Cours 3ème année Biologie, option C.Q.A
Université de DJELFA



MODULE

BIOCHIMIE ALIMENTAIRE

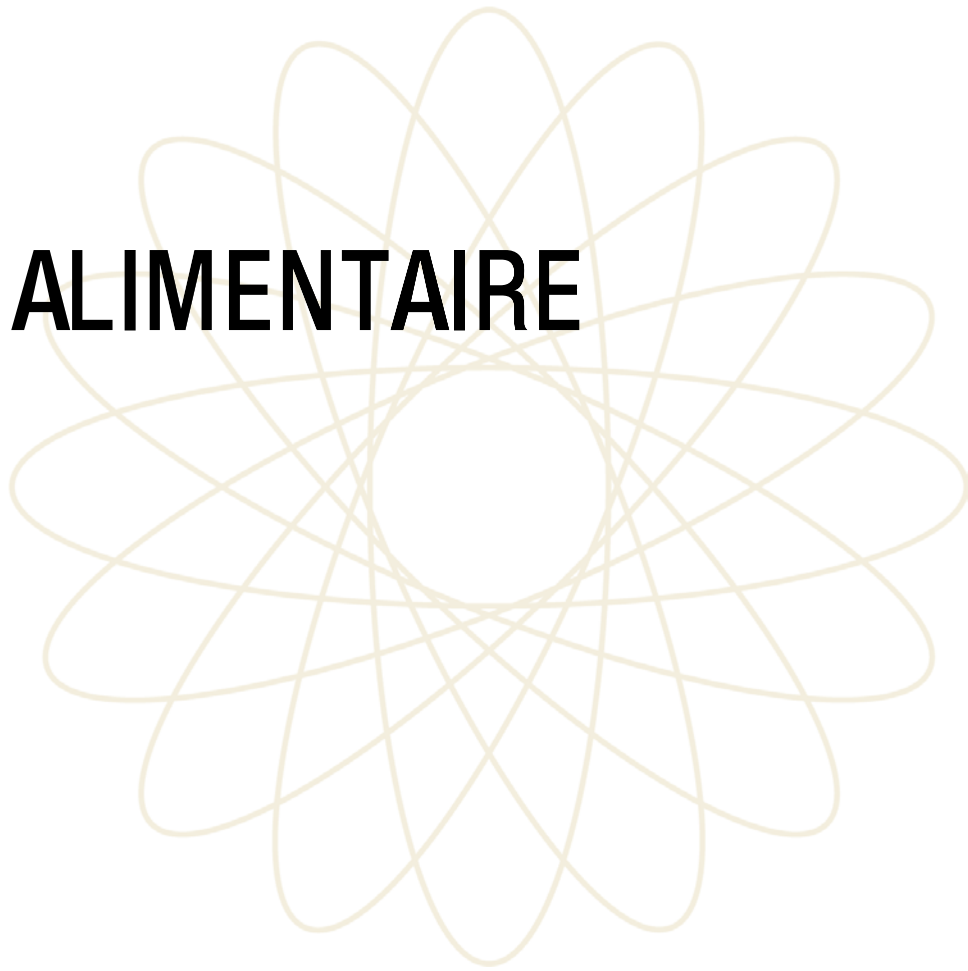
Takes you step-by-step

Tapé et edité par:
NAFTI Yahia .
Ingénieur en Biologie option C.Q.A

Edition biohay

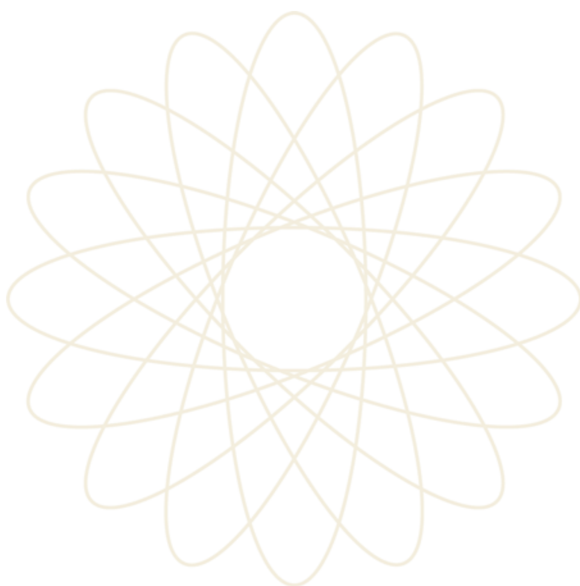
MODULE

BIOCHIMIE ALIMENTAIRE





NAFTI Yahia.





Edition.biohay ©

BIOCHIMIE ALIMENTAIRE

FOR PUBLIC RELEASE

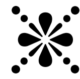
Merci à :

Mr. BENSALEM Walid

M[elle]. R. Fatima

M[elle] .H. Fatima Zahra

Pour leurs contributions dans l'élaboration de ce travail



Dédié à :

FFAADFAAD

شاعرة أحزان فرضها الزمان وخطها الإنسان سطرها القدر بالألوان



TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE I: Généralités

I.1. DEFINITIONS D'UN ALIMENT OU NUTRIMENT 1
I.2. NOMENCLATURE DES ALIMENTS : 1
I.2.1. Suivant leurs origines 1
I.2.2. Suivant la technologie 1
I.3. LES GROUPES DES ALIMENTS 2
I.4. CATEGORIES D'ALIMENTS 3
I.5. DIVERSITÉ DE MODES D'ALIMENTS 4

CHAPITRE II: L'eau

II.1. STRUCTURE ET PROPRIETÉ 5
II.2. ACTIVITE DE L'EAU 6
II.3. ISOTHERME DE SORPTION 6
II.3.1. Définition 6
II.3.2. Interprétation théorique 7
II.3.3. Isotherme et états de l'eau dans un aliment 8
II.3.4. Phénomène d'hystérésis 8
II.3.5. Intérêt des isothermes en technologie alimentaire 9
II.4. ACTIVITE DE L'EAU ET MODIFICATION DES ALIMENTS 9
II.5.CARACTERES CHIMIQUES ET BACTERIOLOGIQUE D'UNE EAU POTABLE 9

CHAPITRE III: Les graisses et les huiles

III.1.INTRODUCTION 11
III.2.CLASSIFICATION ET STRUCTURE 11
III.2.1.Classification 11
III.2.2.Structure 11
III.3.PROPRIETÉS PHYSICO-CHIMIQUES 14
III.4.CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DE GRAISSES ET HUILES ALIMENTAIRES 15
III.5.OXYDATION DES LIPIDES 16
III.5.1.Substrat 16
III.5.2.Réactions 16
III.5.3.Facteurs intervenant dans l'oxydation des lipides dans l'aliment 17
III.5.4.Prévention 17

CHAPITRE IV: Lait et produits laitiers

IV.1. COMPOSITION ET VALEUR NUTRITIONNELLE 18
IV.1.1.Définition 18
IV.1.2.Composition 18
IV.1.3. Propriétés 18
IV.1.4. Le lait : produit de sécrétion 19

IV.1.5. Valeur nutritionnelle ... 19
IV.2. LACTOSE ... 19
IV.3. LIPIDES DE LAIT ... 20
IV.4. ÉTAT PHYSICO-CHIMIQUE ... 20
IV.5. PROTÉINES DE LAIT ... 21
IV.5.1.Caséines ... 21
IV.6. PROTÉINES DE LACTOSÉRUM ... 22
IV.7. PROCESSUS BIOCHIMIQUE DE LA COAGULATION DE LAIT ... 23
IV.7.1. Coagulation par acidification lactique ... 23
IV.7.2. Coagulation par action de la préssure ... 23
IV.8. ÉFFET DES TRAITEMENTS THERMIQUES ... 26
IV.8.1.Brunissement non enzymatique (BNE) ... 26
IV.8.2.Substrat ... 26
IV.8.3.Réactions ... 27
IV.8.4.Facteurs influençant de BNE ... 27
IV. 8.5.Prévention ... 27

CHAPITRE V : Viandes et poissons

V.1. LE SYSTÈME PROTÉIQUE MUSCULAIRE ... 28
V.1.1. Structure et rôle ... 28
V.1.2. Le tissus conjonctif ... 28
V.1.3. Les fibres musculaires ... 29
V.2. Biochimie de la contraction ... 30
V.3. MODIFICATION BIOCHIMIQUE DE SYSTEME PROTEIQUE APRES LA MORT ... 32
V.3.1. Rigidité cadavérique (rigor mortis) ... 32
V.3.2. Résolution de la rigidité cadavérique (maturation) de la viande) ... 35
V.4. LA MYOGLOBINE ... 34
V.4.1. Structure et fonction ... 34
V.4.2. Modification de la myoglobine ... 35
V.5. POISSONS ... 37
V.5.1. Altérations de poissons ... 37
V.5.2. Réfrigération ... 36
V.5.3. Congélation ... 37
V.6. L'ŒUF ... 39
V.6.1. Le blanc d'œuf ... 39
V.6.2. Le jaune d'œuf ... 40
V.7. PROPRIETES FONCTIONNELLES D'OVOPRODUITS ... 40
V.7.1. Pouvoir coagulant de l'œuf ... 40
V.7.2. Pouvoir anticristallisant et moussant de blanc ... 40
V.7.3. Pouvoir émulsifiant de jaune ... 40
V.8. VALEUR NUTRITIONNELLE DE L'ŒUF ... 40

CHAPITRE VI : les graines végétales

VI.1.LES GRAINS DE CÉREALES ... 40

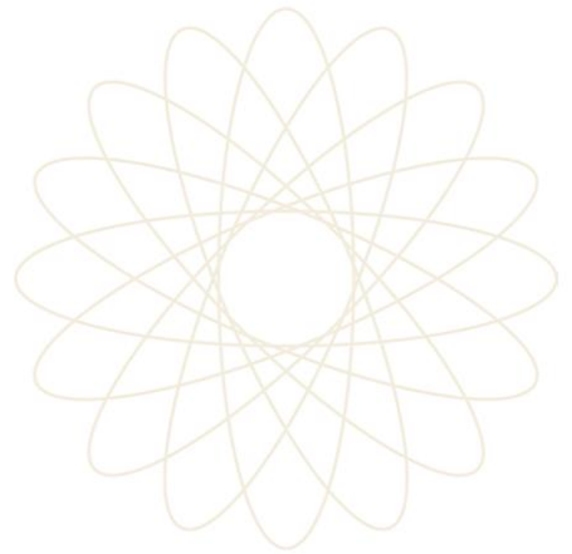
VI.1.1.Utilisation 41
VI.1.2.Structure 41
VI.1.3.Composition 42
VI.2. CARACTÉRISTIQUES DES PROTÉINES 42
VI.3. PANIFICATION ET BIOCHIMIE DE PAIN 43
VI.3.1.Panification 43
VI.3.2.Biochimie du pain 44
VI.3.3.Définition de qualité de pain 45
VI.3.4.Principe de fermentation panaire 46
VI.4. LES GRAINES DE LEGUMINEUSE 48
VI.4.1. Structure et composés 48
VI.4.2. Propriétés fonctionnelles 48

CHAPITRE VII : les fruits et légumes

VII.1. INTRODUCTION 49
VII.2.COMPOSITION ET PROPRIÉTES 49
VII.2.1. La saveur et l'arôme 49
VII.2.2. La couleur des fruits et les légumes 50
VII.2.3.Texture 50
VII.3. CELLULOSE ET PECTINE 50
VII.3.1. Cellulose 50
VII.3.2. Pectine 51
VII.4. MODIFICATION CHIMIQUE AU COURS DE LA MATURATION 52
VII.4.1. Généralité sur les métabolismes après récolte 52
VII.4.2. Maturation et phénomène climactérique 51
VII.4.3. Modification chimique 53
VII.5. BRUNISSEMENT ENZYMATIQUE (BE) 51
VII.5.1. Définition et substrat 53
VII.5.2. Réactions de BE 53
VII.5.3. Prévention 54

CHAPITRE VIII : les additifs alimentaires

VIII.1. DÉFINITION 55
VIII.2. LES ADDITIFS TECHNOLOGIQUES 55
VIII.2.1. Qualité de conservation 55
VIII.2.2. Effet antioxydant 55
VIII.3. LES ADDITIFS SENSORIELS 56
VIII.3.1. Arôme 56
VIII.3.2. Edulcorants 56
VIII.3.3. Colorants 56
VIII.3.4. Les agents de texture 56
VIII.4. LES ADDITIFS A FINALITE NUTRITIONNEL 57
Annexes



CHAPITRE I

Généralités



I.1. DEFINITIONS D'UN ALIMENT OU NUTRIMENT :

″ Tout ce qui est capable de réparer la perte des parties solides ou liquides de notre corps mérite le nom d'aliment″. (*LEMERY, 1702*).

″ On appelle aliment toute substance non toxique capable de satisfaire aux besoins nutritifs de l'organisme, besoins de matière, besoins de chaleur, d'énergie mécanique ″. (*LAULAINE*).

En réalité aucun aliment naturel n'est complet, les aliments sont complémentaires les uns des autres.

″ Un aliment est une substance en générale naturelles et de composition complexe qui est associée à d'autres aliments en proportion convenable et capable d'assurer le cycle de la vie d'un individu et la persistance de l'espèce à la quelle il appartient ″ .

Dés 1948 on peut appeler aliment ″ Tout ce qui est source de nutriments ″ c.-à-d. de matériaux nutritifs directement assimilable, mais qui ne doit son nom (aliment) qu'aux coutumes, aux désirs, au type de civilisation ″.

Nous différencions l'aliment comme ″ Une denrée comportant des nutriments, donc nourrissons susceptibles de satisfirent l'appétit donc appétissante, habituellement consommé dans la société donc coutumière ″.

I.2. NOMENCLATURE DES ALIMENTS :

Une nomenclature permettre de ranger selon un ordre rationnel, simplification des milliers d'aliments, les critères choisis peuvent êtres partielles (origine technologique, nutriments dominants) ou multiples, on distingue :

I.2.1. Suivant leurs origines :

Aliments végétaux :

Suivant la systématique: (graminées, légumineuse, algue, champignons) ;
Suivant l'anatomie des plantes: (feuilles, fruits, graine, tubercule).

Aliments animaux :

Suivant la systématique : mammifères, oiseux, poissons.
Suivant le tissu : muscle, foie, lait.

Aliments minéraux ou synthétique *:*

Eau, chlorure, mélange d'acides aminés, triglycérides de synthèse.
On peut encore proposer une classification d'après la technologie :

I.2.2. Suivant la technologie :

Frais : normalisés ou de terroir ;

Conserves : Fumés, salés, irradies, déshydratés, congelés, appertisés, pasteurisés.
Niveau d'élaboration : Prés à l'emploi, épluchés, précuire, composés.

D'autres critères auraient peut être retenus à la valeur nutritionnelle (Aliment protéique, aliment lipidique, glucidique…) et la valeur gastronomique (l'art de cuisine), les effets sur la santé, le prestige, le prix. Avec les groupes d'aliments, nous avons proposé une nomenclature reposons simultanément sur 3 critères essentiels :

❶- Valeur nutritionnelle de même composition c.-à.-d composition analogue, en ce qui concerne les nutriments dominants ;

❷- Tonus émotif de même ordre c.-à.-d stimulation comparable des facteurs de notre appétit ;

❸- Valeur économique et culturel dont la signification nous concerne psychologie et la physiologie de l'homme qui à travers son milieu sociale.

I.3. LES GROUPES DES ALIMENTS :

Groupe I : Viandes et poissons :

Sont les aliments qui à l'état brut sont plus riches en protéines, donc les aliments de croissance, de réparation, de stimulation dans les états de fatigue, on citera également les œufs, leurs absorption est rapide et très complète, leurs digestibilité est excellent.

Groupe II : lait, fromage :

Ont les valeurs alimentaires le plus précieux spécialement pour la croissance, le grossesse, el les états des maladies, car ils contiennent des quantités suffisantes de tous les nutriments donnés à l'exception de fer et la vitamine C, c'est une source de protéine animal dont la production est bien moins onéreuses que celle de la viande, les protéines de fromage de prix plus élevé que celle de lait, sont environ 2 fois plus moins chères que celle de la viande.

Groupe III : graisse (huiles) :

Représentent les sources caloriques les plus condensés, elles rendent onctueuse est agréables des aliments qui paraitraient trop cède, elles saturent l'appétit sauf le beurre, ce sont des sources caloriques marchés.

Groupe IV : Céréales :

Ont longtemps constitués la base de notre alimentation, le pain le plus logique de point de vue physiologique serait panification avec une farine à 80-83% ayant rejeté la plupart de cellulose mais conservent les protéines et les vitamines des couches cellulaires périphérique des grains.

Groupe V : Fruits et légumes :

Constituent les aliments dont la consommation est le plus élevé dans notre civilisation urbaine, ce sont surtout des sources de K et de vitamine C, de carotène, de vitamines de groupe B, sous un

volume considérable, ils n'apporter que peut de calories, de cellulose, facilitent le transite intestinale (fibres alimentaires) chez les sédentaires, et ils calment le désir de manger sans faire engraisse, ils sont rafraichissant, stimulantes pour l'appétit.

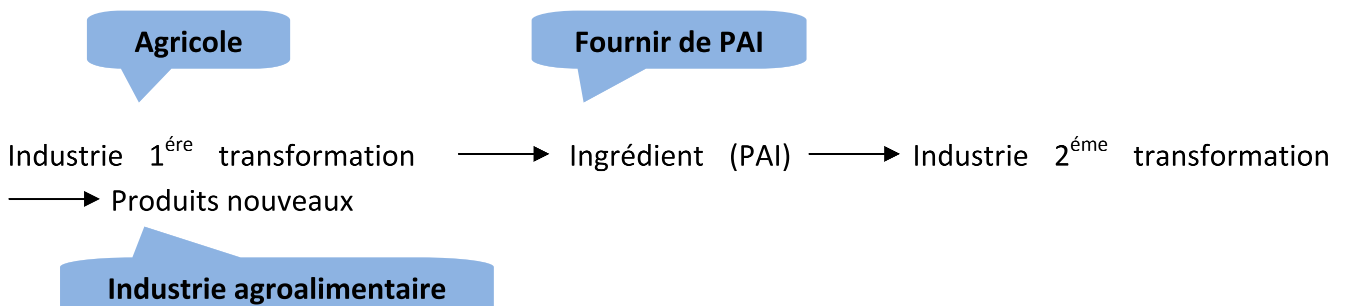
Groupe VI : Pommes de terre et tubercules :

Sont des sources à bonne marché de glucides et de vitamine C, ils tiennent une place très important dans les habitudes culinaires (cuisinières).

I.4. CATEGORIES D'ALIMENTS :

Les produits alimentaires doivent aujourd'hui présenter une garanti hygiénique sans faille (aucun différence) satisfirent les besoins nutritionnelle et sensorielle et d'apporter de plus en plus le service pour répondre au besoin créées par l'évolution de mode de vie c.-à.-d satisfaire à l'incontournable (résumées par la formule **Q= 4S**, qui signifie Qualité et implique : Santé, Sécurité, Satisfaction, et Service) et leur désir d'information,

Si l'aliment traditionnelle est l'aboutissement de transformation d'une matière première agricole (pain, vin fromage, viande), il ne sera tout autre des produits nouveaux qui seront le résultat d'un assemblage de divers ingrédients, on a assister à dernières années à la naissance d'une industrie de première transformation dans les domaines de glucides, lipides, protéines, colorants, aromes…) dont la vocation est de fournir les ingrédients, produits alimentaires intermédiaires (PAI).

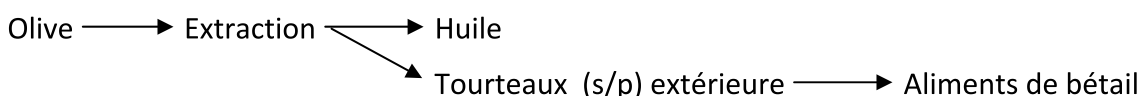


Les fournisseurs de PAI jouent un rôle d'interface entre l'industrie de l'agroalimentaire et son amant agricole, les PAI constituent les matières élaborés à caractéristiques définis, ils sont stockables et changeables et leurs propriétés fonctionnelles sont de mieux en mieux établies. Le problème est de valoriser les composants des produits agricoles variables dans le temps et de l'espace et souvent la conservation est difficile

Ex. Sang, déchet des abattoirs.

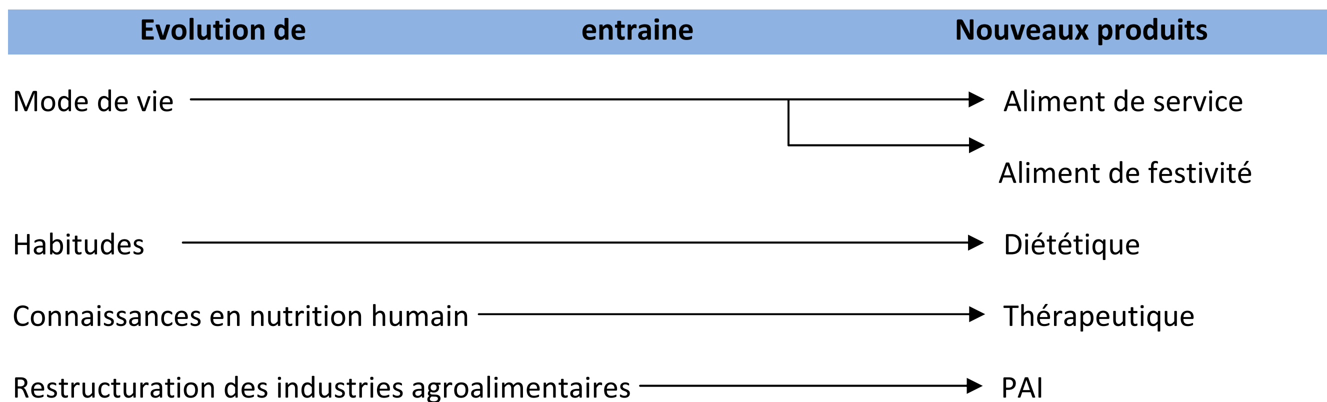


Ex2. Tourteaux :



Ex3. Lactosérum : se trouve sous : lactose, protéine, sels minéraux, vitamine.

I.5. DIVERSITÉ DE MODES D’ALIMENTS :



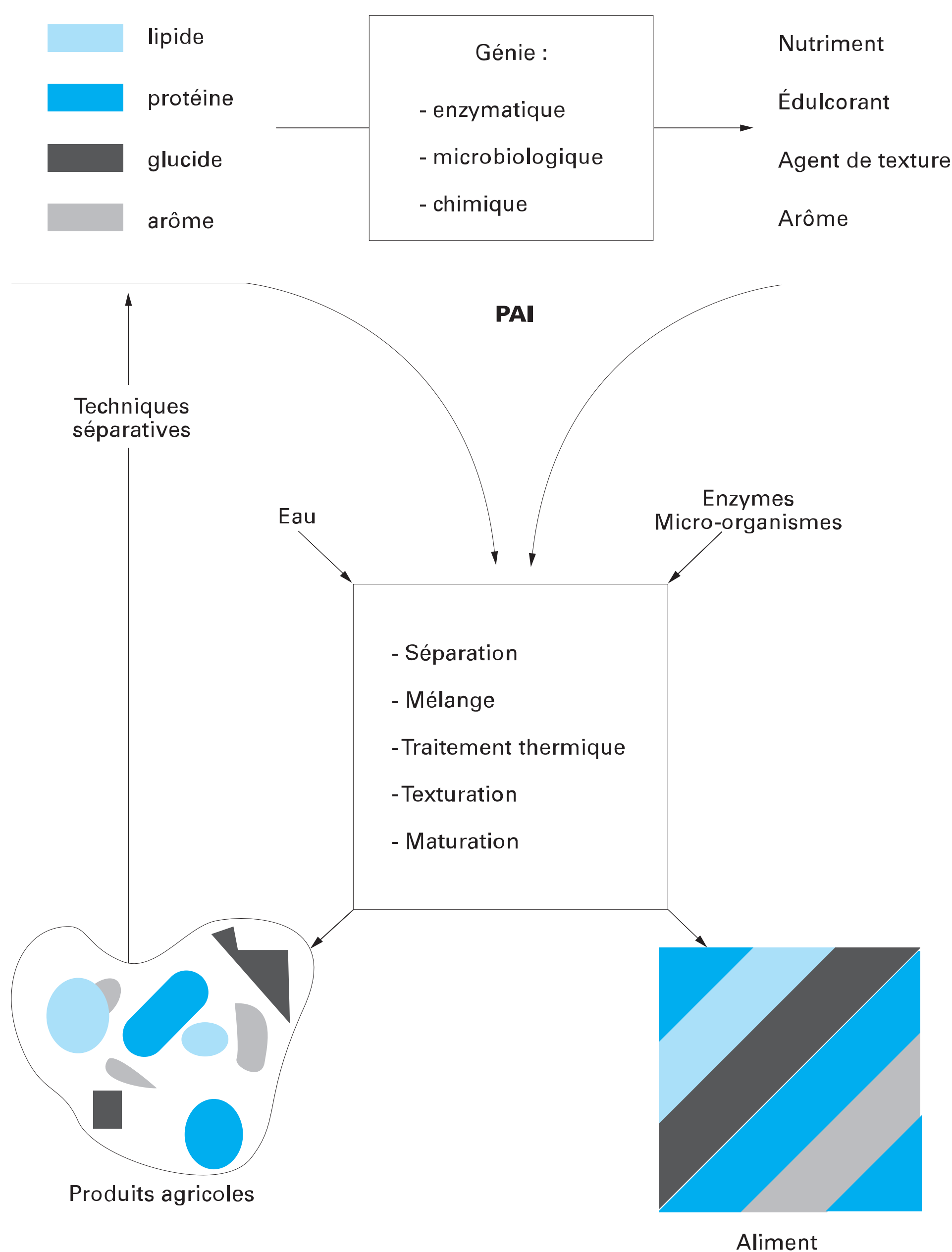
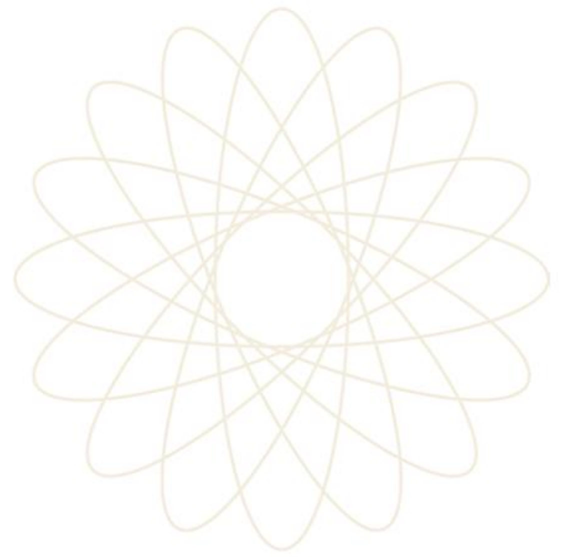


Figure.1. Schéma d’élaboration des produits alimentaires nouveaux (PAI).



CHAPITRE II

L'eau



II.1. STRUCTURE ET PROPRIETÉ :

1/- Structure :

À l'état de vapeur la molécule d'eau est un monomère.

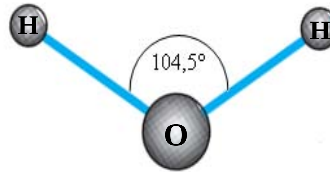


Figure.2. Monomère de la molécule d'eau.

Á l'état solide (glace) les molécules d'eau sont liées entre elles par des liaisons hydrogènes d'où la formation d'un polymère de structure cristalline (réseau cristalline) dans la quelle chaque molécule monomère est liée à 4 autres.

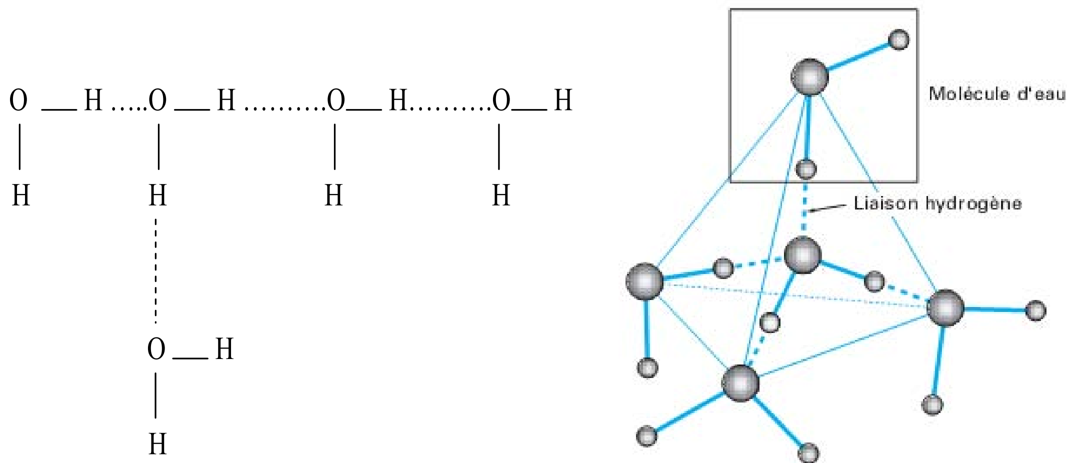


Figure.3. Structure de la glace (Polymère d'eau de structure cristalline).

Á des températures inférieures à -183°C toutes les liaisons hydrogène possibles se trouvent engagées (super cristallisés), à 0°C il n'y en aurait que 50% sont libres et même à 100°C il en existerait encore un certains nombre de liaisons hydrogènes

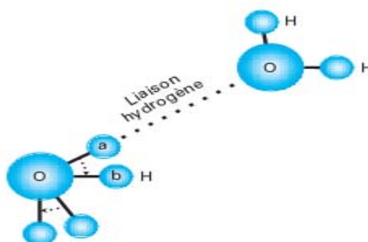


Figure.4. *Liaison hydrogène limitée par les rotations moléculaires.*

2/- propriétés physiques et chimiques :

Lors de la cuisson, de la stérilisation, de la concentration, de la déshydratation ou de la congélation des aliments ce sont les propriétés concernant les changements d'état et le transfert de chaleur et de

matière qui sont impliqués. La chaleur spécifique, chaleur latente de fusion, vaporisation et conductibilité thermique, viscosité.

Lors de l'introduction dans l'eau d'espèce chimique et biochimique différents, ce sont les propriétés de solvant qui sont concernés, constant diélectrique, moment dipolaire, tension superficiel, il en résulte une élévation (augmentation) de point d'ébullition, un abaissement de point de congélation et de la tension superficiel, augmentation de la viscosité.

II.2. ACTIVITE DE L'EAU :

Définition 1 : Les constituants biochimiques peuvent mobiliser partiellement l'eau en l'empêchant de se vaporiser et en diminuant sa réactivité chimique.

L'état de l'eau dans un aliment à au plus d'importance pour la stabilité de l'aliment que de la teneur totale de l'eau. La mesure de cette moins ou grande disponibilité de l'eau dans divers aliments est l'activité de l'eau symbolisé par (a_w : activité of water)

Définition 2 : La disponibilité de l'eau mesurée par l'activité de l'eau a_w est un critère largement utilisé en agroalimentaire. Cette activité de l'eau mesure de façon globale la force de liaison entre l'eau et l'aliment.

L'activité de l'eau se définit par la relation suivante :

$$a_w = Pw/P°w$$

Où : **Pw :** Pression partielle de vapeur d'eau d'une solution ou d'un aliment

P°w : Pression partielle de vapeur d'eau pure à la même température.

Avec :

$$P°w > Pw \quad \text{et} \quad 0 < a_w \leq 1$$

L'activité de l'eau pure étant fixée par convention égale à l'unité a_w = 1, donc L'activité de l'eau d'une solution ou d'un aliment est toujours inférieure à 1.

II.3. ISOTHERME DE SORPTION :

II.3.1. Définition : C'est la courbe qui indique à l'équilibre et pour une température déterminée : La quantité d'eau retenue par un aliment donnée en fonction de l'humidité relative de l'atmosphère qui l'entoure ou inversement, la pression partielle de vapeur exercé par l'eau de l'aliment en fonction de la teneur en eau de celle-ci.

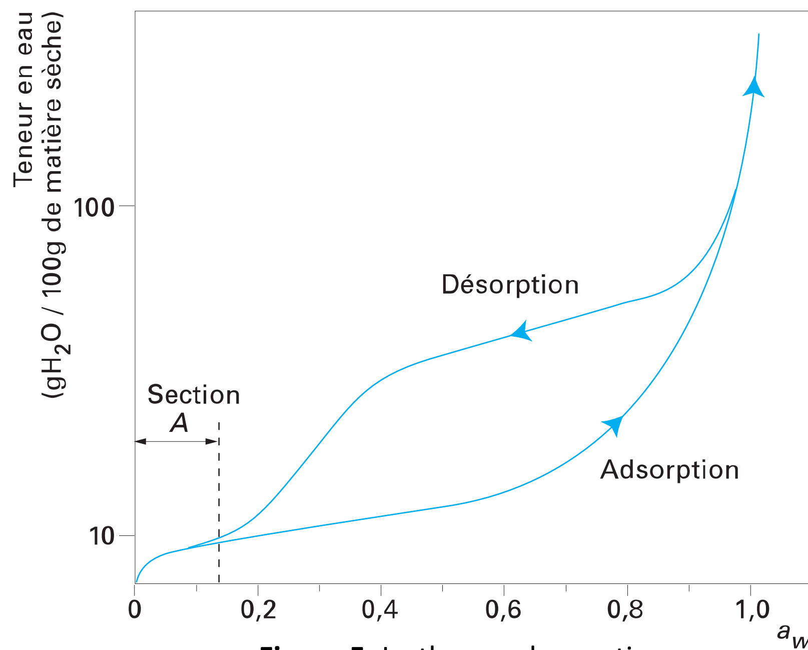


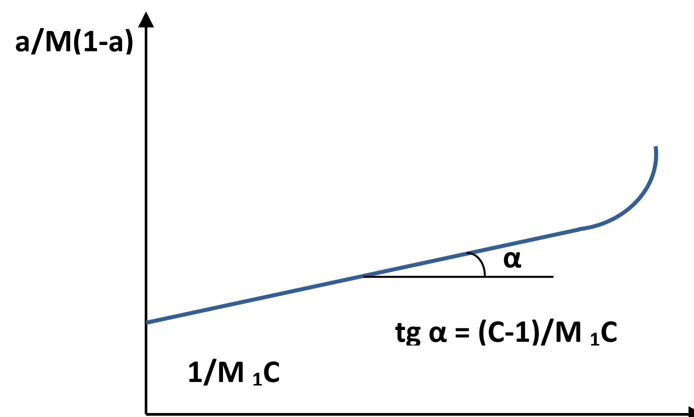
Figure.5. Isotherme de sorption.

L'ordonné de chaque point indique en g pour 100g de produit sec, la teneur en eau de l'aliment.

L'abscisse correspondante donne à l'équilibre et pour une température déterminée l'activité de l'eau dans l'aliment.

II.3.2. Interprétation théorique :

Aucune ne permet de reproduire l'isotherme intégralement .Modèle de *Brunauer*, *Emmett* et *Teller* (isotherme BET):



On utilise la relation :

$$\frac{a}{M(1-a)} = \frac{1}{M1C} + a\,\frac{C-1}{M1C} \qquad C = K\,e^{\frac{Qs}{Rt}}$$

Avec $a = a_w$; M = teneur en eau du produit (g / 100 g MS); M1 teneur en eau de la couche mono-moléculaire (g / 100 g MS); C: cf. supra, avec Qs = chaleur d'adsorption, considérée comme constante.

⇒M et a expérimentaux ⇒ calcul de M_1 et C .

- Cette relation n'est valable que pour a_w < 0,5, mais elle est suffisante car elle donne le poids de la couche mono-moléculaire et permet de connaître Qs.

II.3.3. Isotherme et états de l'eau dans un aliment :

Les isothermes de sorption peuvent êtres divisés en 2 parties :

1/- Pour $0 < a_w < 0.2$-0.3:

L'eau fortement liée (eau retenue) : à la surface de molécules de soluté sous forme d'une couche monomoléculaire d'eau fixée sur des groupes polaires : ---NH_3^+ et --- COO^- de protéines, --- OH de glucides, eau de cristallisation des sels et des glucides, cette eau représente 3 à 10g/100g de poids sec. L'eau de cette couche est difficile à enlevée, n'est pas congelable, non disponible ni étant que solvant, ni étant que réactif.

2/- Pour $a_w > 0.2$-0.3:

L'eau faiblement liée (eau plus ou moins libre) : Il s'agit des couches successives d'eau fixées sur la première couche par l'intermédiaire de liaisons hydrogène, à cette eau on peut ajouter un vapeur d'eau condensée dans les pores des aliments.

Cette eau présente des propriétés habituelles au traitement dite : elle est disponible tant comme solvant que comme réactif, pour cette raison on considère qu'il n'ya pas une différence fondamentale entre l'eau faiblement liée et l'eau libre dont l'activité est proche de celle de l'eau pure, elles sont capables de s'échanger entre elles très rapidement, cependant, cette eau pour libre quelque soit ne sort par spontanément des tissus animaux ou végétaux.

Elle se trouve **-**eau plus ou moins libre- en très grande partie sous forme de gel, tant à l'intérieur de cellules que dans les espaces inter cellulaires, sa rétention est fortement influencée par :

- pH ;
- La force ionique ;
- La nature de sel et certaines altérations.

II.3.4. Phénomène d'hystérésis :

On remarque que sur la figure précédente que l'isotherme de désorption pour un produit donné et pour une température déterminée n'est pas superposable à l'isotherme d'adsorption, cette non coïncidence est appelée *Hystérésis*, ce phénomène n'observe que pour des activités d'eau supérieure à 0.2-0.3 c.-à.-d au l'eau ne serait que faiblement liée.

Ce phénomène par le fait que le diamètre des pores de tissus étant plus faible en surface qu'en profondeur. La pression de vapeur d'eau nécessaire au remplissage est plus élevée que celle à laquelle que ce vide, ce pression partielle dépend de :

- Diamètre de l'orifice ;
- Tension superficielle.

II.3.5. Intérêt des isothermes en technologie alimentaire :

- Prévoir l'activité de l'eau de l'emballage de mélange de divers ingrédients plus ou moins humides ;

- Prévoir le comportement d'un aliment lors d'un traitement ou entreposage dans des atmosphères à humidité variable.

Exemple : Influence des variations de l'humidité relative ambiante sur la teneur en eau d'un produit non protégé hygroscopique.

- Calcule la quantité d'eau absorbée en fonction de temps d'entreposage (donc la durée de conservation) par un emballage possède une certaine perméabilité à la vapeur d'eau ;

- Influence des variations de température sur l'activité de l'eau d'un produit conditionné dans un emballage imperméable à l'eau (étanche) donc de teneur d'eau constante.

II.4. ACTIVITE DE L'EAU ET MODIFICATION DES ALIMENTS :

L'importance de l'activité de l'eau pour la stabilité des denrées alimentaires lors des traitements et l'entreposage est illustrée d'une manière très évidente par les courbes de la figure suivante :

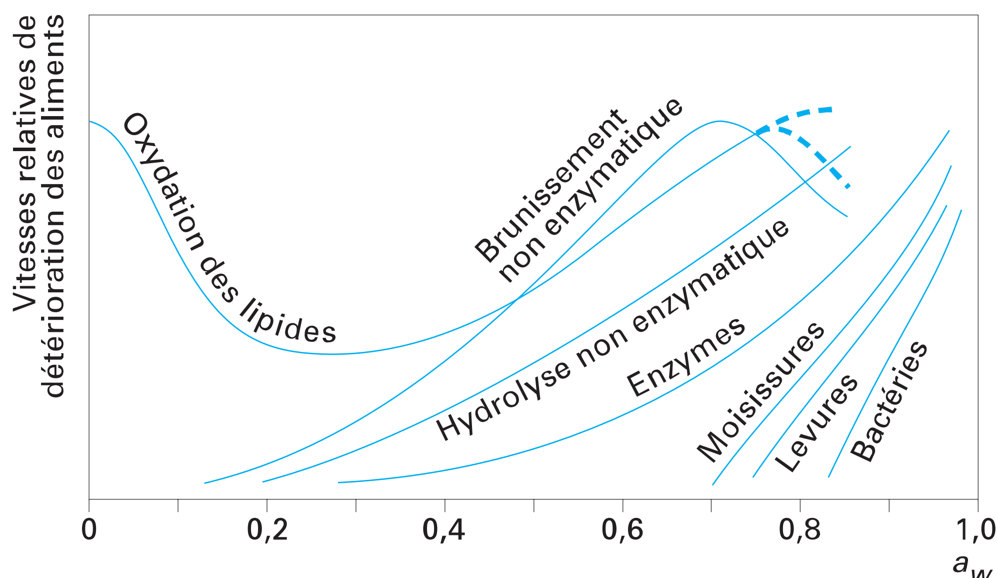


Figure.6. Vitesse de détérioration des aliments en fonction de l'activité de l'eau.

Remarque :

On considère souvent qu'une stabilité maximum est atteinte au niveau de la couche mono-moléculaire d'eau (l'eau fortement liée).

II.5. CARACTERES CHIMIQUES ET BACTERIOLOGIQUE D'UNE EAU POTABLE :

Une eau potable présente un certains nombre de caractères physiques, chimiques, microbiologiques et en autre critères organoleptiques essentiels : inodore, fraiche, insipide.

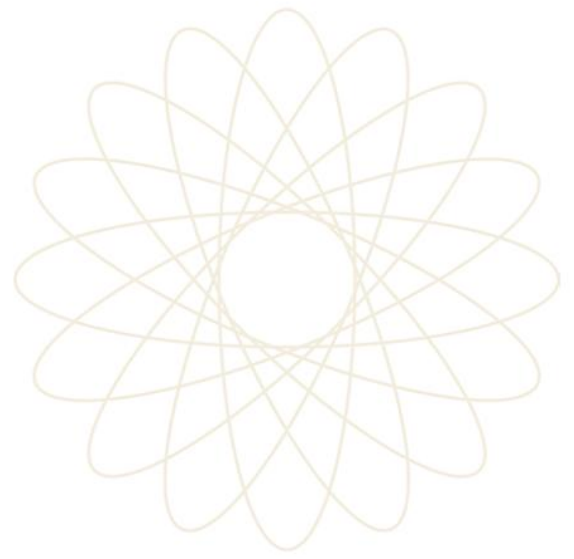
- En ce qui concerne les caractères physiques, des limites sont fixés pour : la turbidité, le pouvoir colmatent et pour la coloration.

- Exempte d'organismes parasites ou pathogènes :

Pas contenir : - E-coli dans 100ml ; - Streptocoque fécaux dans 50ml ;
- Clostridium sulfuto-réducteur dans 20 ml.

- Pour les caractères chimiques :

- Minéralisation totale : 2000mg/l ; - Plomb : 0.1g/l
- Sélénium 0.05 mg/l; - Fluorure : 1.0 mg/ l - Arsenic : 0.05 mg/l
- Chrome hexa-valent --- seuil inférieure au seuil de détection analytique ;
- Cyanure : seuil inférieure au seuil de détection analytique ;
- Cuivre (Cu) : 1.0 mg/l - Fer (Fe) : 0.3 mg/l ; - Manganèse : 0.1 mg/l
- Zinc (Zn) : 5.0 mg/l - Composés phénoliques (en phénol): 0 mg.



CHAPITRE III

Les graisses et les huiles





III.1. INTRODUCTION :

Les lipides qu'ils soient apparent comme dans le beurre et les huiles ou dissimulés comme dans le lait, fromage, la viande ou les œufs, jouent un rôle important dans l'alimentation :

Rôle nutritionnel : Tout d'abord grâce à l'apport énergétique 8.5 cal/g d'acide gras essentiel et de vitamines liposolubles A, E, K, D.

Rôle organoleptique : Ensuite par leurs contribution à la texture et de la sapidité des aliments ainsi que par leurs emploi culinaire.

III.2. CLASSIFICATION ET STRUCTURE:

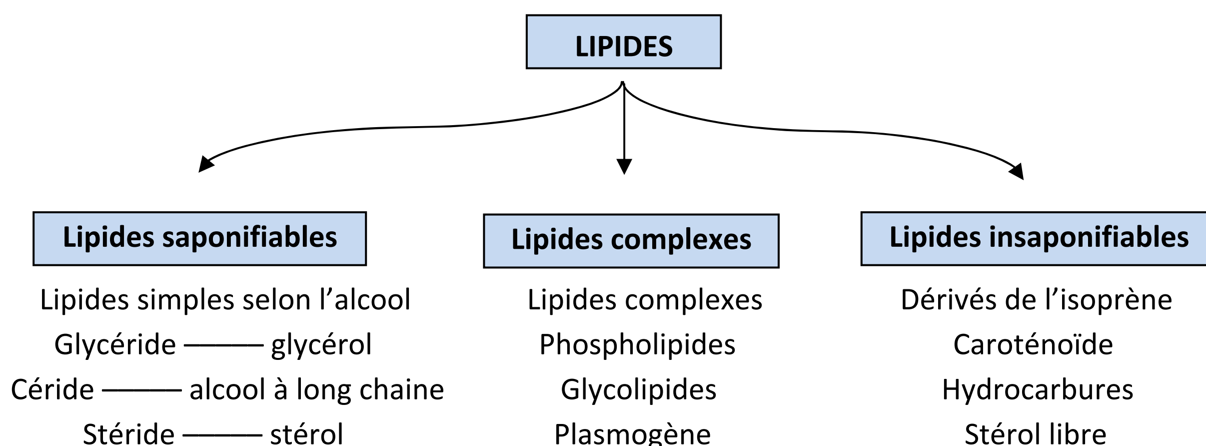
III.2.1. Classification :

Les lipides sont des biomolécules insolubles dans l'eau, solubles dans les solvants organiques, cette définition englobe 2 grandes classes :

❶- Lipides saponifiables (simples ou homolipides) : Dérivés naturels résultants de combinaison d'AG (acide gras) avec un alcool ou une amine, sont des lipides ternaires uniquement constitués de C, H, et O. Ce sont les lipides neutres. Les triacylglycérols (TAG) sont très majoritaires sur le plan alimentaire ;

❷- Lipides insaponifiables (isopréniques et icosanoïdes) : Constituent un ensemble de molécules très diverses regroupées ici en raison de leur caractère hydrophobe : ce sont les substances lipoïdes. Ils sont des précurseurs communs, L'isoprène est un hydrocarbure diphylétiques à 5 carbones

❸- Lipides complexes ou hétérolipides : Sont constitués de C, H et O auxquels viennent s'adjoindre P et/ou N. Ces nouveaux atomes donnent des groupements polaires sur la molécule, conduisant ainsi aux lipides amphiphiles. Les phosphoglycérolipides (PGL) et les sphingolipides (SL) appartiennent à ce groupe ;

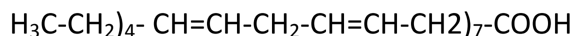


III.2.2. Structure :

Les acides gras possèdent tous une longue chaine hydrocarbonée et un groupement carboxylique terminal **CH_3-(CH_2)$_n$-COOH**, la chaine hydrocarbonique peut être saturée ou insaturée (présente une ou plusieurs doubles liaisons).

Les acides gras différent donc entre eux par la longueur de la chaine et le nombre et la localisation des doubles liaisons éventuellement.

Exemple : **18.2 $\Delta^{9.12}$** : AG à 18 carbones, 2 doubles liaisons entre C_9 et C_{10}, C_{12} et C_{13}.



: **16:0** : AG saturé à 16 carbones

III.2.1.a. Acides gras saturés (AGS):

Aucune double liaison, leur formule brute $C_nH_{2n}O_2$, leur symbole n : 2<n<32, leur formule développé est **CH_3-$(CH_2)_{n-2}$-COOH**

Exemples : C4 — C16 : Acides butyreux.

C_4 : Acide butyrique, **C_6 :** Acide caproïque **C_8 :** Acide caprylique, **C_{10} :** Acide caprique.
C_{12} : Acide laurique, **C_{14} :** Acide myristique, **C_{16} :** Acide palmitique, **C_{18} :** Acide stéarique.
C_{20} : Acide arachidique.

III.2.1.b. Acides gras insaturés (AGI):

Caractérisés par la présence de double liaison,
Une double liaison — AG monoinsaturé, plusieurs double liaisons — Ag polyinsaturé.

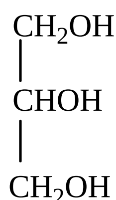
Exemples :

16 : 1Δ^9 : Acide palmitoléique (graisse, beurre) / **18 : 1Δ^9** : Acide Oléique (huile d'olive);
18 : 2$\Delta^{9,12}$: Acide Linoléique (huile de lin) / **18 : 3$\Delta^{9, 12,15}$** : Acide linolénique (huile de lin) ;
20 : 4$\Delta^{5, 8, 11, 14}$: Acide Arachidonique (huile d'arachide, lécithine).

III.2.1.c. Glycérides (Acylglycérole) :

Appelés encore graisses neutres, c'est la classe la plus importantes. Ce sont les esters de glycérol et d'acides gras.

Le glycérol est un trialcool qui présente 3 positions d'estérification : 2 sont identiques sur l'alcool I : α-ά et 1 sur l'alcool II : β



Selon :

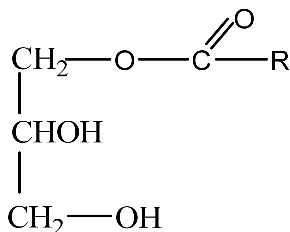
❶- Nature des AG qui estérifient la fonction alcool de glycérol on parlera de :

- Acylglycérole homogène : Si les 3 AG sont identiques ;
- Acylglycérole hétérogène (mixte) : 3 AG sont différents.

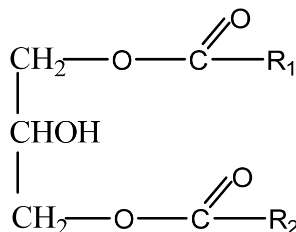
❷- Nombre et position d'estérification on parlera de :

- α ou β monoacylglycérol ;
- (α-ά) ou (α-β) : Diacylglycérol ;
- (α, β, ά) : Triacylglycérol homogène ou hétérogène.

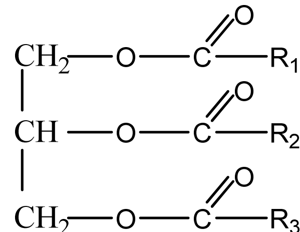
Exemples :



monoacylglycérol
α monoacylglycéride



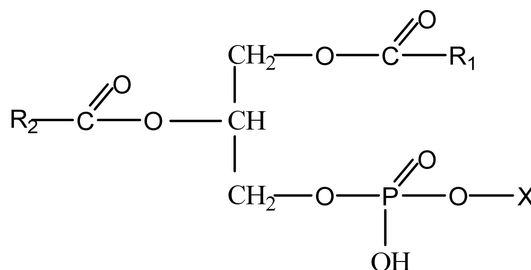
diacylglycérol
(α-ά diglycéride homogène)
si R_1=R_2



triacylglycérol
(triglycéride homogène)
si R_1=R_2= R_3

III.2.1.d. Phosphoglycérides (Glycéro-phospholipides) :

La formule générale est :



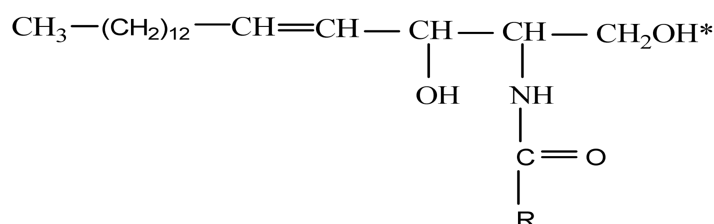
Selon la nature de radicale X :

X=H : Acide phosphatidique ;
X= choline : Acide phosphatidylcholine (lécithine) ;
X= éthanolamine : Acide phosphatidyléthanolamine (céphaline) ;
X= sérine : Acide phosphatidylsérine ;
X= inositol : Acide phosphatidylinositol

Req : Si à une fonction de glycérol on remplace l'AG par un aldéhyde à long chaine carbonée on obtient un plasmogène.

III.2.1.e. SPHINGOLIPIDES ET GLYCOLIPIDES:

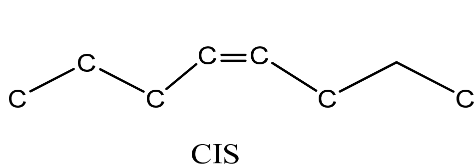
La formule générale est :



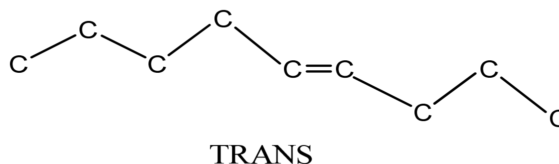
Si H* = hexose : Glycolipide ; Si H* = galactose : Cérébroside

III.3. PROPRIETÉS PHYSICO-CHIMIQUES :

- Les AG naturelles possèdent tous un nombre paire d'atomes de carbone ;
- Les doubles liaisons sont en configuration **Cis** rarement **Trans**.



CIS



TRANS

- Les doubles liaisons sont généralement en position **malonique**, dans quelques cas **conjuguée**, plus rarement en position **succinique**.

Malonique	- CH=CH-CH_2-CH=CH-
Conjuguée	-CH=CH-CH=CH-
Succinique	- CH=CH-$(CH_2)_2$-CH=CH-

- Les lipoxydases transforment les systèmes maloniques en systèmes conjugués qui sont :

  - Détectables en spectrographie UV ;
  - S'oxydent plus rapidement ;
  - En tendance à se polymériser sous l'effet de la chaleur.

- Pour une forme donnée, le point de fusion de l'AG s'élever avec la longueur de la chaine hydrocarbonée.

Exemples :

C_{12} = 44.3°c C_{14} = 53.9°c C_{16} = 63.1°c
C_{18} = 69.6°c C_{20} = 73.5°c C_{22} = 86°c (lingocérique).

- Pour une longueur donnée de la chaine, la température de fusion T_f s'abaisse avec un nombre de doubles liaisons, l'abaissement est plus grand pour la forme Cis que la forme Trans

Exemples :

C18.0 = 69.6°c   C18.4 = 44°c (Trans) forme Cis = 13.4°c
C18 :2 = -5°c (Cis)   C18 :3 = -11°c

Donc nombre de C↗ ⇒ T_f↗ et le nombre de =↗⇒ T_f ↙

Deux notions à considérer avec les AG :

❶- L'hydrophobie croit avec l'augmentation de nombre de carbone ;

❷- La dissociation de COOH décroit avec l'augmentation de nombre de carbone, en conséquence : l'hydrophobie de la chaine l'emporte sur l'hydrophile de carboxyle.

Seuls les AG à courte chaine n= C_4–C_{10} sont dits volatiles c.-à.-d. entrainables par la vapeur d'eau, et seuls les C_4 et C^6 sont solubles dans l'eau.

Les lipides possèdent certaines propriétés physico-chimiques qui ont une influence notable sur les caractères des aliments :

- Leur insolubilité dans l'eau conditionne l'existence de nombreuses émulsions alimentaires ;

- Le P_f relativement bas dans de nombreux cas entraine leur amollissement ou bien leur liquéfaction lors d'un chauffage modéré ;

- La plasticité de plusieurs lipides à la température ordinaire explique la plupart des propriétés fondamentales qu'ils peuvent conférer aux aliments.

  - Le P_f de triglycérides dépend de plusieurs paramètres :
  - La longueur de la chaine hydrocarbonique des AG ;
  - Présence ou absence de doubles liaisons ;
  - Les isomères (position, géométrie Cis ou Trans) ;
  - Position d'AG par rapport au glycérol.

- Toute graisse ou huile naturelle contient divers TG, de se fait elle ne présent jamais, un P_f net mais une zone de fusion.

- Les TG à P_f relativement élevée sont généralement présents au température ordinaire sous la forme cristaux solide divers en suspension dans les TG liquides, c'est cette présence de cristaux solides de la phase liquide qui confèrent aux graisses solides leurs plasticité caractéristique. Un liquide qui serait composé d'un seul TG ne pourrait être que rigide ou liquide.

Le nombre, la taille et la forme des cristaux de TG dans une matière grasse dépend :

  - Vitesse de refroidissement (cristallisation) ou d'échauffement (fusion) ;
  - L'agitation au cours de ces transformations ;
  - Conditions (durée, température, variations de température, entreposage).

Il est difficile de préciser les corrélations entre la composition des matières grasses et leurs propriétés fonctionnelles tel que :

- Aptitude à l'étalement de beurre et de la margarine ;
- Texture cassante à la température ordinaire, mais fondante à la température de la bouche de lipides comme le Cacao.
- La limpidité de diverses huiles de table ;
- Faculté que possèdent certains corps gras utilisés en pâtisserie et en biscuiterie d'émulsionner l'air et de lubrifier la texture

III.4. CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DE GRAISSES ET HUILES ALIMENTAIRES :

Les graisses et les huiles végétales extraites de grains oléagineuses et de fruits sont utilisées principalement comme :

- Huiles de table ;
- Huiles et graisses de friture ;
- Préparation de margarine et de graisses émulsionnables.

Les graisses et les huiles animales sont extraites principalement de tissus adipeux, celles qui proviennent de ruminants sont en générale les plus insaturés, le tissus adipeux de porc appelé Lard donne par fusion saindoux employé pour la friture et la pâtisserie, le tissus adipeux de bœuf et de mouton donne par fusion les suifs, utilisés surtout pour la fabrication des savons.

Pour leur emploi en alimentation humaine (margarine, friture) ou animale, les graisses et les huiles de baleine et de poissons très insaturés doivent d'abord hydrogénés.

Des denrées comme huile d'olive, le beurre, le saindoux, le beurre, cacao, présentent certains spécificité en raison de leurs caractères rhéologique et de leur arome due à divers constituants mineurs (protéger par réglementation).

Les autres corps gras sont en générale interchangeables, leurs arome après raffinage est parfaitement neutre.

III.5. OXYDATION DES LIPIDES :

III.5.1. Substrat : Les substrats de ces réactions sont principalement les AG non saturés libres, ils s'oxydent plus vite lorsqu'ils sont estérifiés, le degré d'insaturation influence la vitesse d'oxydation.

Les AG saturés ne s'oxydent qu'à une température supérieure à 60°C, tandis que les AGP s'oxydent même lors de l'entreposage de l'aliment à l'état congelé.

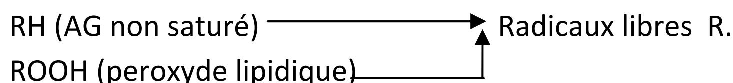
Autres substrats non saturés peuvent subir des réactions d'oxydation analogues :

- Certains hydrocarbures ex squalène ($C_{30}H_{60}$) ;
- Vitamine A et les pigments caroténoïdes ;
- Vitamine E (α tocophérol).

III.5.2.Réactions : On peut distinguer 3 groupes de réactions :

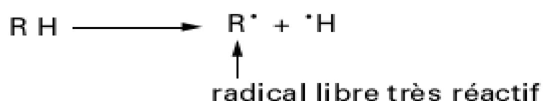
❶- Réactions d'initiation :

Initiation I^{aire}



RH (AG non saturé) → Radicaux libres R.
ROOH (peroxyde lipidique)

Catalysées par : O_2, chaleur, lumière, certains métaux.



- Réactions d'initiation

❷- Réactions de propagation : Caractérisées par une certains accumulation de peroxyde lipidique.



O_2 (gazeux)
R. → ROOH (substance très instable et réactive).

❸- Réactions d'arrêt : Caractérisées par l'obtention de produits finaux :

- Aldéhydes et cétones volatiles : Responsables de l'odeur de rance ;

- Acides, alcools, hydrocarbures ;
- Epoxydes et autres polymère.

Remarque :

Sauf au début de l'oxydation, les 3 groupes de réactions se déroulent simultanément, la simultanéité de divers réactions et la disparition de nombreux composés complique le tableau.

Exemple :

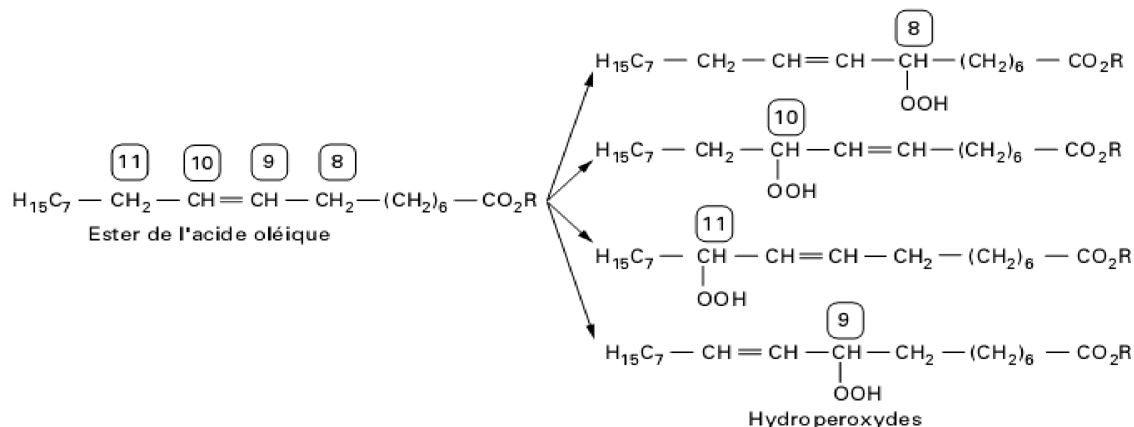


Figure.7.Action d'un radical, puis de l'oxygène sur un dérivé de l'acide oléique

III.5.3. Facteurs intervenant dans l'oxydation des lipides dans l'aliment :

❶- Présence d'une teneur initiale non négligeable en peroxyde ;
❷- Présence dans l'aliment d'agent pro-oxydant : certains métaux, hème de la myoglobine, lipoxydase ;
❸- Présence dans l'aliment d'agent anti-oxyde (naturel) : Tocophérol, certains Acides aminés, diverses substances (dans certains protéines susceptibles de complexer les métaux) ;
❹- L'activité de l'eau dont dépend en partie l'action catalytique des métaux ;
❺- Nature et degré de dispersion des lipides ;
❻- Effet d'oxydation compétitive (présence simultané de 2 substances oxydables A et B.

III.5.4. Prévention :

Pour certains nombre d'aliments, il est nécessaire de recourir à des substances ou des méthodes permettant de retarder l'oxydation des lipides au delà de délai normale de consommation.

On peut classer ces substances et ces méthodes en 3 catégories :

- Type I : Agit en diminuant le nombre de radicaux libres ex : gallate de propyle, butyle hydroxy anisol (BHA), butyle hydroxy toluène (BHT), fumé de bois ;

- Type II : Agit en empêchant ou en diminuant la formation des radicaux libres, les plus utilisés sont les agents complexant des métaux ex : EDTA (Ethylène diamine tétra-acétate), acide citrique, les Acides aminés (cystéine, histidine) ;

- Type III : Regroupe tous les procédés de protection contre l'oxydation ex : Abaisser la pression partielle d'oxygène dans l'emballage, protéger les aliments oxydables contre la lumière.

FICHE DE LECTURE

LES OMEGA 3

ZOOM SUR TOUS LES OMEGA 3



Les oméga 3 sont devenus de véritables stars ! Pas un journal qui ne vante leurs qualités, on les traque dans notre alimentation... et on les pare de toutes les vertus. Mais qui sont exactement ces nouvelles vedettes de la nutrition ?



QU'EST CE QU'UN OMEGA3 ?



Les oméga 3 sont des acides gras dits "essentiels" : notre corps est incapable de les fabriquer. C'est pourquoi il faut absolument qu'ils soient apportés par l'alimentation. Tout du moins, il faut consommer le principal d'entre eux, l'acide alpha-linolénique (ALA). Grâce à différentes enzymes de notre organisme, l'acide éicosapentaénoïque (EPA) et l'acide docosahexaénoïque (DHA), peuvent éventuellement être fabriqués à partir de l'ALA mais en petites quantités.

OÙ SE TROUVENT LES OMEGA 3 ?

Comment faire le plein d'oméga 3 ? Ce nutriment aux vertus incontestées se trouve par exemple dans le colza, le soja ou le poisson. Mais il ne suffit pas de savoir où il se cache ! Il faut aussi équilibrer ses apports en acides gras et connaître ses besoins.



OÙ SE CACHENT-ILS ?

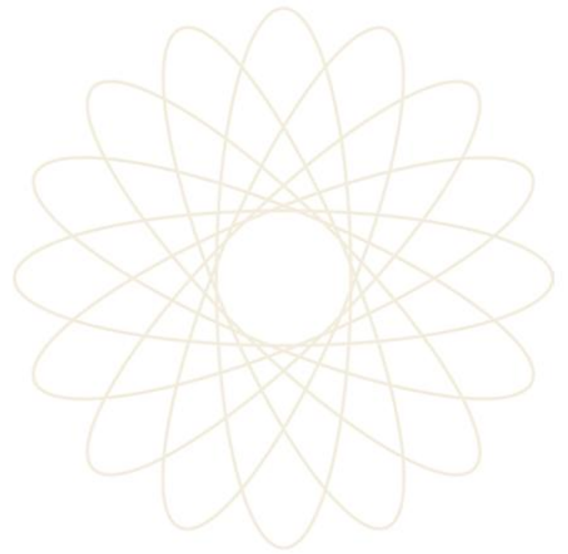


Il existe des oméga 3 d'origine végétale, d'autres, d'origine marine. Les premiers sont présents dans les huiles de colza, de noix, de soja ou bien entendu dans les margarines qui contiennent ces huiles végétales. Les oméga 3 d'origine marine sont présents dans le poisson, en particulier dans les poissons gras tels que le maquereau, le hareng, le saumon. Pour profiter pleinement de ces sources d'oméga 3, deux solutions :

- Privilégier les matières grasses d'origine végétale en tartines ou dans la préparation de vos plats (cuisson, assaisonnement, pâtisserie...). Certaines margarines proposent même une double source d'oméga 3 ;
- Penser poisson ! Grillé, à la plancha, en papillote... Il existe de très nombreuses façons de le cuisiner. Prenez de bonnes habitudes en instituant au moins deux fois par semaine des repas à base de produits marins.







CHAPITRE IV

Lait et produits laitiers





IV.1. COMPOSITION ET VALEUR NUTRITIONNELLE:

IV.1.1. Définition : Sans indication de l'espèce, le mot Lait désigne le lait de vache. " Il est le produit intégrale de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrit et non surmenée, il doit être recueilli proprement et ne pas contenir de colostrum".

IV.1.2.Composition :

Les laits secrétés par différentes espèces de mammifères présentent des caractéristiques communs et contiennent de mêmes catégories de composants : eau, protéine, lactose, matière grasse et minérale, cependant et proportion respective de ces composants variées largement d'une espèce à autre (Tableau), en outre, la composition des matières protéiques grasse et minérale peut être très différents selon l'espèce considéré.

La composition moyenne de lait de vache est indiquée sur le tableau 2 : cette composition varie toute fois beaucoup en fonction de l'alimentation, de la période de lactation, de la saison et de la race animale.

Le lait contient aussi des enzymes, des anticorps, des hormones, des particules en suspension (globules de matière grasse, micelles de caséine) et même certains cellules (macrophages), il contient inévitablement des micro-organismes et accidentellement les antibiotiques et antiparasitaires.

D'un point de vue physique, le lait est constitué d'un système complexe, système à plusieurs phases :

- **Phase dispersante :** Lactosérum (lactose+ protéine globulaire) ;
- **Phase particulaire1 :** Emulsion des globules de matière grasse ;
- **Phase particulaire2 :** Suspension colloïdale des micelles protéique (caséine+protéine+ sels minéraux, phosphate et calcium).

IV.1.3. Propriétés :

Blanc, mat ou opalescent, le lait à une odeur très faible, une saveur douceâtre faiblement sucré. La densité de lait de vache varie de 1.022 à 1.034 (densité moyenne 1.032), il bout entre 100.15 et 100.17 et se congèle vers moins 0.555°c.

- Le pH de lait est entre 6.5-6.7 ;

- L'acidité de lait s'exprime en dégrée dornic, 1°D = 0.01% d'acide lactique → 0.1g/l ; mesure le degré de conservation d'un lait (lait frais à une acidité de 18°D) ;

Le lait est un liquide instable (c'est un mélange d'une très grande complexité).

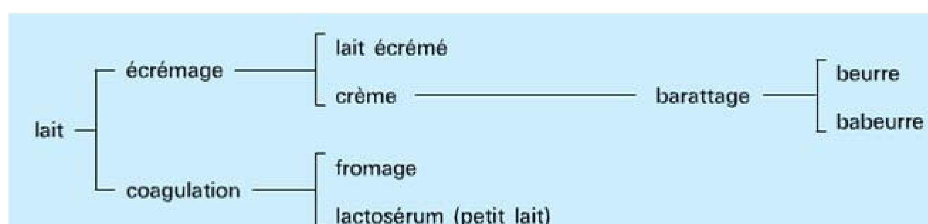


Figure.8. Les sous produits laitiers.

IV.1.4. Le lait : produit de sécrétion :

Le lait est secrété par les glandes mammaires des femelles de mammifères, il est élaboré par les cellules glandaires acineuses qui puissent les principaux constituants dans le sang et la lymphe.

Le lait est constitué de 2 types d'éléments :

❶- Les premières sont communes au sang et lait : l'eau, sel, albumine et globuline ;

❷-Les secondes sont proprement de lait : lactose, caséine, matière grasse, acide citrique, synthétisés par les cellules mammaires (figure1).

IV.1.5. Valeur nutritionnelle :

Le lait est un aliment liquide mais sa teneur en matière grasse sèche 10 à 13%, et de celle de nombreuses aliments solides, sa valeur énergétique est de 7020K calories par litre (700kc/l), ses protéines possèdent une valeur nutritionnelle élevée, en particulier la lactglobuline et lactalbumine, riches en acides aminés soufrés.

Le lait est une source de calcium et phosphate de riboflavine et il est aussi relativement riche en thiamine, cobalamine, vitamine A, il contient au contraire peu de fer et de cuivre, peu d'acide ascorbique de niacine, relativement peu de vitamine D, la problème d'intolérance au lactose due à l'absence de lactose intestinale chez certains adultes.

IV.2. LACTOSE :

Dans le lait de vache, les glucides sont essentiellement la lactose, sucre de lait, on le trouve nulle par ailleurs : β- D galactopyranosyl, 1-4 D glucopyranosyl (α ou β), c'est un disaccharide à saveur relativement peu sucrée (1/6 par rapport au saccharose), peu soluble (environ 10 fois moins à l'équilibre que le saccharose à température ambiante) qui possède un groupement réducteur.

Dans les produits laitiers, le lactose joue un rôle en tant que substrat de fermentation lactique pour les bactéries lactiques qui l'hydrolysent en glucose et galactose puis transforment ces hexoses en acide lactique. Le lactose à aussi un rôle nutritionnel surtout chez l'enfant, dans de nombreux cas toutefois sa présence pose des problèmes :

- Soit de point de vue nutritionnelle : Intolérance de lactose ;
- Soit de point de vue technologique :
    - Hygroscopicité des laits en poudre ;
    - Cristallisation de lactose dans les laits concentrés et dans les crèmes glacées.

Isomérie : à 0°C, une solution de lactose à l'équilibre contient environ 38% d' α-lactose et de 62% de β-lactose.

La solubilité de l'ensemble s'élève à 11.9 g/l, alors que la solubilité de l' α-lactose à 0°C est 5g/l et celle de β-lactose est 45g/l.

La forme α cristallisé avec une molécule d'eau est le lactose commun, il peut être déshydraté, la forme β cristallise sans fixation d'eau d'une solution concentré au dessus de 94°C qui est une température critique de cristallisation.

IV.3. LIPIDES DE LAIT :

Le lait contient environ 35g de lipides par litre, le taux varie de 2.5-5% en relation avec la quantité de lait produite (plus la vache produise le lait moins il ya des lipides et inversement) et en fonction de saison (la vache produit moins de lait en hivers).

Les lipides de lait peuvent être regroupés en 4 fractions :

❶- Triglycérides : 98% chez la vache, dont la composition en AG est très variable d'une espèce à l'autre (tableau 3), les TG contiennent principalement :

- AGS (60-70%) : dont une proportion importante d'AG à pf élevée (C_{14}-C_{16}-C_{18}) ;
- Aides gras à chaine courte (C_4-C_5) volatiles ;
- AGM (AG mono-insaturés) : 25-30% ;
- Très peu d'AGP : 2 à 5%.

Remarque :

Le fait que le lait de vache présente un rapport AGS/AGI plus que celui de la nourriture de végétale ingérée par l'animal s'explique par le fait que les AGI sont hydrogénés dans les rhumant de la vache sous l'influence des bactéries ;

❷- Phospholipides (≃ 1%) : Constitués essentiellement de lécithine, céphaline, leurs caractéristiques à la fois lipo et hydrophiles leur permettre de former des ponts entre la phase grasse et aqueuse ;
❸- Stérol : (0.3-0.4%) dont le cholestérol à peut prés (70mg/l, vitamine D 0.02mg/l ;
❹- Caroténoïde : dont carotène 0.15mg/l, β carotène, vitamine A 0.5mg/l.

Les AG sécrétés par la mamelle ont une double origine, ils proviennent pour 60% en poids d'AGS non sanguine et pour le reste d'une synthèse de nouveau par les cellules mammaires à partir de précurseurs à 2 ou 4 atomes de carbones

IV.4. ÉTAT PHYSICO-CHIMIQUE :

Les lipides sont dispersés dans le lait sous forme de globules sphériques au nombre 1.5 à 4.6×10^{12}/l, leurs diamètre moyenne est de 1.5 à µm, le plus souvent < 4 µm. Ces globules sont entourés de membranes composés de plusieurs éléments :

- Très riche en lipides polaires (mono et diglycérides AGL, stérols et phospholipides) ;
- Glycolipides et carotènes, lipoprotéine et divers protéines

Le rôle de membrane est très important :

❶Protéger les graisses contre l'attaque de l'enzyme propre de lait (lipolyse) el le fait des lipases de lait ou lipase microbienne ;

❷- Permettre aux globules de maintenir sa structure individuelle à les maintenir dispersés dans la phase aqueuse (action émulsifiant due à la lécithine).

Ainsi toute cause : traitement mécanique ou thermique, action enzymatique qui peut atteinte à la membrane favorise :

- Le désémulsification donc déstabilisation ;
- Induction de la lipolyse en mettant en contacte lipase-matière grasse.

Les globules gras ayant une densité moins élevées par rapport au lait ont tendance à coalescer (monter) à la surface en formant la crème, le chauffage vers 80°C, abaissement de pH accélèrent ce phénomène.

IV.5. PROTEINES DE LAIT :

Les protéines de lait constituent un ensemble complexe dont la teneur totale à voisin 35g/l, elles sont constitués de :

- Soit d'acides aminés seulement : α-lactalbumine, β- lactglobuline ;
- Soit d'acides aminés et acide phosphorique : caséine α et β ;
- Avec parfois une fraction glucidique : caséine Kappa.

En outre, il existe dans le lait une fraction dite : protéose-peptone qui présente des caractéristiques intermédiaires riches en glucide.

IV.5.1. Caséines :

Elles représentent 80% de protéine de lait de vache

a/- Structure : Les caséines sont des polypeptides phosphorées associées surtout à des constituants minéraux (≃ 8%), en particulier le Ca, mais aussi la P et Mg.

La caséine est formée par 3 fractions principales : α caséine, β caséine, γ caséine. La fraction α caséine est à son tour constituée par 2 fractions : α_s caséine, K caséine.

On observe par ailleurs des variations génétiques (substitution d'un ou de plusieurs acides aminés) au sein de l'un ou de l'autre de groupe de caséine.

Ces diverses fractions se trouvent en des pourcentages différents :

- $\boldsymbol{\alpha_s}$ caséine ≃ 40% ;
- **K** caséine ≃ 15% ;
- **β** caséine ≃ 30% ;
- **γ** caséine et autres ≃ 15%.

b/- Propriétés et formation des micelles :

- Le PH_i (isoélectrique) des caséines est proche de 4.7.

- On précipite la fraction caséinique totale par l'abaissement de pH de lait jusqu'à 4.7

À pH= 7 et séparément :

- L' α_s caséine est sous la forme de petit polymère ;

- La β caséine est à l'état de monomère ;
- K caséine est à l'état de polymère plus gros.

Si à pH=7 et à 37 °C, on ajoute des ions Ca^{+2} à chacun de ces fractions caséiniques prisent séparément : - L' α_s coagule, la β précipite et la Kappa n'est pas affectée.

- Lorsque α_s et β sont ensembles, l'addition de Ca à la solution provoque encore leur précipitation, mais c'est la caséine K qui présente également le Ca^{+2} est sans effet.

Conclusion :

La Kappa caséine exerce une action protectrice jusqu'à un rapport de 10 molécules de α_s pour une molécule de Kappa.

Les complexes α_s+Kappa s'associent entre eux et avec la caséine β pour former les micelles dont la stabilité est confiée au Ca^{+2} et au P (qui se trouve à l'état de colloïde).

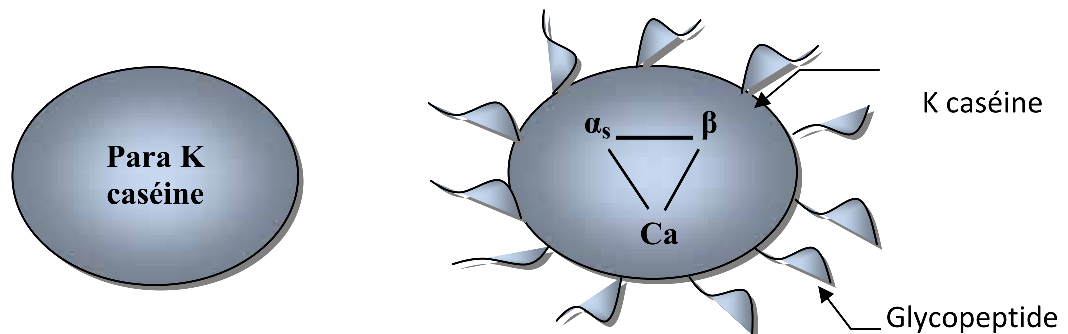


Figure.9. Représentation chimique d'une micelle de caséine d'après Kirchmeise.

Dans la structure de la micelle, la K caséine se trouve principalement à l'extérieur, elle est très soluble dans l'eau grâce aux sucre quelle contient et qui sont hydrophiles par conséquent l'état d'hydratation de la micelle lui permet de rester en suspension. Cette hydratation augmente au fur à mesure que le pH de milieu s'éloigne de point isoélectrique.

Toute cause amène le pH au point isoélectrique ou détache les sucres de la K caséine réduit l'hydratation de micelle, les micelles interagissent précipitent ou coagule.

IV.6. PROTEINES DE LACTOSÉRUM :

Elles représentent 20% des protéines de lait, elles sont de faible poids moléculaire, elles sont continues dans le lait sous orme de monomère et polymère, elles ne précipitent pas à leur point isoélectrique, elles ne contiennent pas de phosphore, ne précipitent pas sous l'action enzymatique, elles ont une meilleur valeur nutritionnelle, riches en Aa soufrés et riches en lysine, elles sont divisées en :

- β lactglobuline = 10% ;
- α lactalbumine = 2% ;
- Immunoglobuline et sérumalbumine ;
- Protéose-peptone et lactoferrine.

a/- β lactglobuline : C'est une holoprotéine de faible PM, absente chez la lait humain, riche en Aa soufrés, de composition en Aa bien établit, grande solubilité.

Sa dénaturation par la chaleur :

- Réduit le risque de coagulation lors de la stérilisation ;
- Conduit en revanche à la formation d'un caillé insuffisamment ferme dénaturé, elle est absorbée à la surface des micelles de caséine et empêche l'action de la présure

b/- α lactalbumine : C'est l'une des 2 protéines de système lactose synthétase présent dans les cellules de glande mammaires (facteur de régulation).En son absence : L'enzyme UDP galactosyle transférase transfert le galactose sur la glucosamine et en son présence : la spécificité change et le transfert de galactose se fait sur le glucose, donc synthèse de lactose.

IV.7. PROCESSUS BIOCHIMIQUE DE LA COAGULATION DE LAIT :

La coagulation de lait correspond à une déstabilisation de l'état micellaire originale de la caséine, le résultat est formation d'un caillé, cette déstabilisation est réalisée :

- Soit par voie acide ;
- Soit par voie enzymatique.

IV.7.1. Coagulation par acidification lactique :

Par abaissement de pH jusqu'au environ de point isoélectrique de la fraction caséinique, l'acidification peut être effectué :

- Soit par addition d'acide minéral (HCl, H_2SO_4) ;
- Soit le plus souvent par ensemencement de lait avec levains lactiques.

Cette acidification entraine :

❶- Une neutralisation de charges négatives portées par les caséines ;
❷- Des micelles de caséine se floculent et se soudent formants au repos un gel homogène ;
❸- Une déminéralisation progressive des micelles qui se désintègrent en sous unités ;
❹- Le Ca colloïdale migre dans le sérum.

IV.7.2. Coagulation par action de la présure :

Divers enzymes protéolytiques ont la propriété de coaguler de lait, elles sont d'origine :

- **Animal** : Présure, pepsine ;
- **Végétale** : Bromoline, fusine ;
- **Microbienne** : Protéase fongique : *Mucor pucillus, Mucor meiehei*

Le plus ancien et toujours très employé est la **présure.**

La présure : Enzyme protéolytique extraite au moyen des semeurs à 10% de caillettes des jaunes ruminants nourrit au lait, elle est constituée d'un mélange de chymosine (80%) et de pepsine (20%).

La force F de la présure représente les volumes coagulés de lait à partir d'un volume de présure à 40 min à 30°C.

F = 2400.V/v.t avec
- **V :** volume de lait.
- **v :** Volume de présure.
- **T :** Temps d coagulation (s).
- **2400 :** 40 min.

L'effet de la présure sur le lait s'articule en 3 phases.

❶- Phase primaire : C'est la seule phase pendant la quelles la véritable action enzymatique a lieu, c.-à. d. le détachement de la K caséine (substrat spécifique) du caséino-glycolipides.

Hydrolyse en 2 parties :

- Para caséinate de K (potassium) ;
- Gros peptide ≃ 65 Aa.

Ce détachement cause :

- Une réduction de l'état d'hydratation de la micelle même ;
- Une hausse des charges électriques négatives de la micelle.

❷- Phase II aire : Correspond à la formation du gel par agrégation des micelles modifiés, le lait passe de l'état sol (liquide) à un état de gel (semi-solide).

Cette phase ne produit que dans les conditions particulières :

- T >15°C ;
- Ca ionique > 80mg/l de lait.

Le mécanisme semble être le suivant :

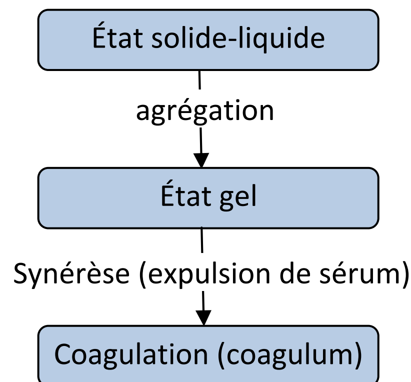
- L'état d'hydratation des micelles se réduit (résultat de la phase I) ;
- Concentration des micelles dans le lait augmente.
- Elles peuvent (micelles modifiés) interagir mais seulement dans des conditions donnés de température.

Pour ce qui concerne la teneur minimale en *Ca* ionique on a développé 2 théories qui sont corrélatives :

- On sait que le Ca ionique est en équilibre avec le Ca colloïdale et donc pour obtenir un nombre de laissons élève R-COO-Ca-R entre une micelle et l'autre, il est nécessaire d'avoir une quantité de C^{+2} ionique suffisante à maintenir cette équilibre.
- D'ailleurs, le détachement de la caséine glycopeptide dégage à la surface de la micelle des charges négatives (COO^-), si une bonne partie de ces charges n'est pas salifiée par le Ca^{+2} ionique, l'effet de répulsion de micelle augmente et la formation de gel devient difficile.

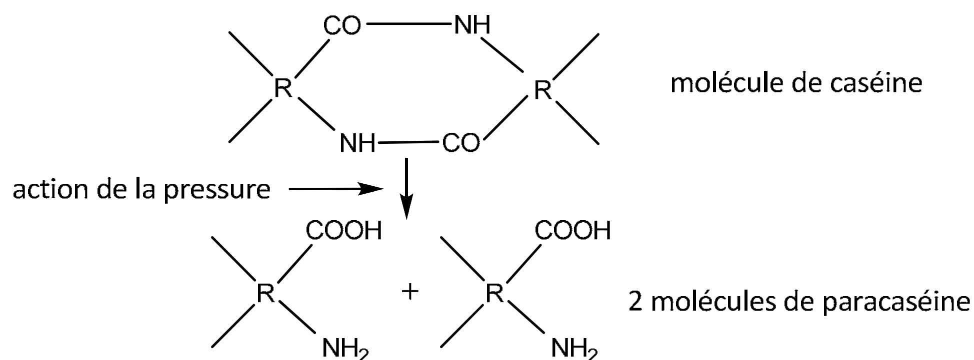
❸Phase III aire : dans cette phase le gel prend une consistance plus grand perce que le nombre de laissons entre les micelles augmente, ce qui correspond à un rapprochement des micelles qui cause

une contraction du gel (coagulum) qui expulse le sérum, c'est la phase d'élimination spontané du sérum ou synérèse.



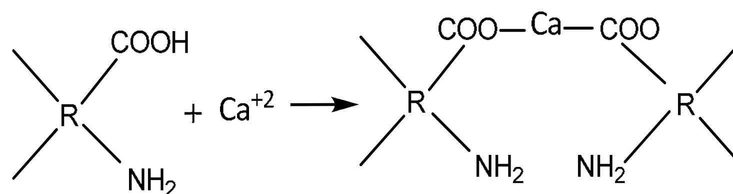
Modèle réactionnel théorique (modèle BEAU) :

1. Etape enzymatique :

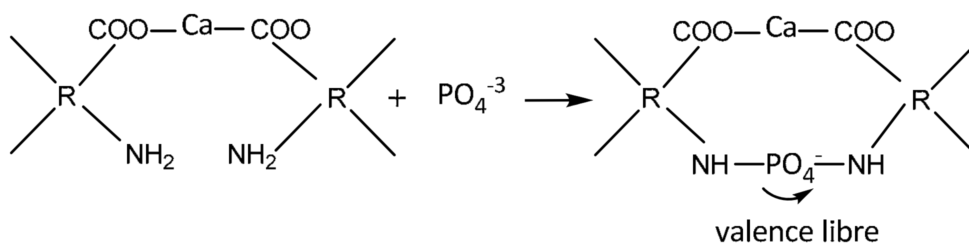


2. Etape d'initiation de polymérisation :

❶-Action d'ions Ca+2 : formation de ponts calciques entre 2 molécules de paracaséine.



❷-**Action d'ions PO_4^{-3} (trivalent):** conduit à la fermeture du cycle avec l'apparition d'une valence libre.



La valence libre PO_4^{-3} est capable de se lier a une autre molécule similaire et permet de passer ainsi à la condensation d'autre molécule selon le schéma suivant :

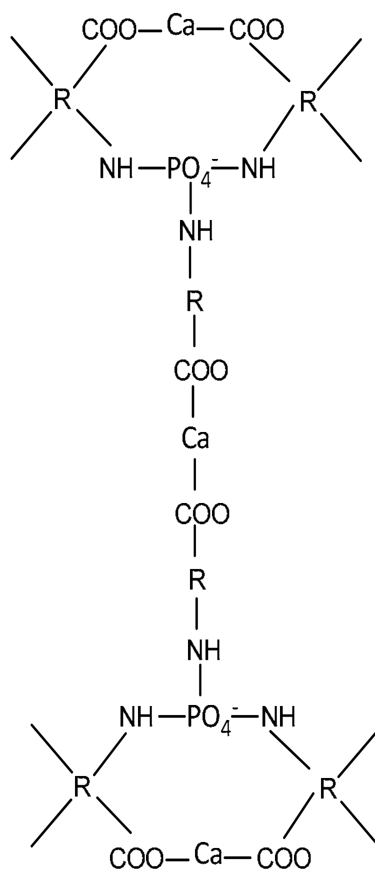


Figure 10 : Schéma probable de polymérisation.

IV.8. EFFET DES TRAITEMENTS THERMIQUES :

IV.8. 1.Brunissement non enzymatique (BNE) :

Définition : Le brunissement non enzymatique (BNE) appelé aussi '' *réaction de Maillard* '' ou '' *Caramélisation* '' (formation de mélanoïdines), désigne un ensemble très complexe de réactions aboutissant dans divers aliments à la formation de pigment brun divers et souvent aussi à des modifications de l'odeur et de la saveur.

- **Favorable** : Croute de pain, viande roté, caramel ;
- **Défavorable** : Lors de la préparation ou de l'entreposage d'aliments liquides ou concentré (laits, jus de fruit…sirop) ou d'aliment déshydraté (lait, œuf, viande…).

IV.8.2. Substrat : Les substrats de ces réactions sont des substrats carbonylés et en 1ère lieu les sucres réducteurs, également certains vitamines (principalement l'acide ascorbique, vitamine k).

Les acides aminés et les protéines participent à ces réactions et les catalysent par l'intermédiaire des groupements aminés libres.

IV.8.3. Réactions : Les principales voies sont **:**

- Condensation de Maillard :

Sucre réducteur + Amine ⟶ Glycosylamine.
Aldose (cétose) + Amine ⇌ aldosylamine (cétosylamine).

- Réarrangement (d'Amadori, de Heyns) :

Aldosylamine ⟶ cétosamine (Amadori)
Cétosylamine ⟶ aldosamine (Heyns).

Décomposition des cétosamines et formation le composé carbonyle très réactif (par énolisation) :

- Dégradation de Strecker :

Les composés α dicarbonylés résultants de la décomposition des cétosamines peuvent réagirent avec un acide aminé et entrainent la dégradation de ce dernier, le résultat est :

- Formation d'un aldéhyde à 1 atome de C de moins que l'acide aminé initiale.

- Apparition de divers composés carboniques nouveaux.

IV.8.4. Facteurs influençant de BNE :

❶ Nature des sucres réducteurs : (réactivité diminue de plus réactif à moins réactif) pentose ribose puis hexose (glucose, fructose) puis disaccharides réducteur (lactose maltose.

❷ Température : le BNE est ralenti par les baisses températures, fortement stimulé au température élevées ;

❸L'activité de l'eau ;

❹ pH **:** les effets de pH sont complexes car chacun de réactions qui interviennent dans le BNE présente son propre pH optimum,

- o Les aliments de pH entre 6 et 8 (lait, œuf) condition favorable à la réaction de Maillard.
- o Les aliments dans le pH compris entre 2.5-3.5 (jus et jus concentré de fruits acides : les réactions responsables de BNE sont celle de la dégradation que l'acide ascorbique et de fructose (catalyses par l'acide citrique).
- o Les aliments de pH intermédiaire (3.6-6) ex jus d'orange : Condensation de Maillard et la dégradation de l'acide ascorbique interviennent simultanément.

IV. 8.5. Prévention :

- Elimination de substrat
- Abaissement du pH.
- Surveillance de la température et l'humidité.
- Addition d'agent inhibiteur ex l'acide sulfureux.

FICHE DE LECTURE

Lait et cancer : la vérité

EST-CE QUE C'EST VRAI ?

"Le lait c'est fait pour le veau, par pour les être humains adultes. D'ailleurs il provoque le cancer". Telles sont les accusations que l'on trouve aujourd'hui dans de nombreux livres, relayées même par certains médecins. Ces mises en cause sont-elles fondées ? Quel est véritablement le danger ? A lire pour ne pas avaler n'importe quoi. de la nutrition?



HARO SUR LE LAIT

Parmi les professionnels de santé à l'origine de cette mise en cause du lait, on trouve au premier rang le Dr Jean Seignalet, l'auteur de "l'Alimentation ou la troisième médecine". Dans son livre, il suggère de "Supprimez tous les laits animaux (vache, chèvre, brebis) et leurs dérivés : beurre, fromage, crème, yaourt, glace". Selon lui, le lait serait en effet responsable de maladies auto-immunes (problèmes articulaires, sclérose en plaques), de cancers et de problèmes d'asthme ou d'allergies. Une thèse défendue également par Henri Joyeux, professeur de cancérologie et de chirurgie digestive à la Faculté de Médecine de Montpellier, qui a préfacé l'ouvrage du Dr Seignalet et qui a lui-même édité "Changez d'alimentation".



DE VRAIS DANGERS ?

Les données sur lesquelles se basent ces professionnels sont-elles fiables ? Comme le souligne le Pr Patrice Fardellonne, chef du service de Rhumatologie d'Angers, la plupart des allégations ne sont pas fondées .

Seul cas éventuel sur lequel un risque a été montré à très forte dose : le cancer de la prostate. Dans ce cas, une étude de 86 000 personnes a indiqué que les apports extrêmement élevés en calcium (plus de 2 g par jour, soit au delà des apports nutritionnels conseillés) peuvent induire une augmentation des cas de cancer1.Mais des apports normaux, même forts, n'apportent aucun risque. A l'inverse, d'autres études démontrent même des vertus protectrices du lait sur certains cancers comme le cancer colorectal2.

GOUROUS PSEUDO-SCIENTIFIQUES



Mais ces différentes études et les affirmations qui en découlent ont conduit les autorités sanitaires à faire une mise au point sur les risques réels entre lait et cancer. Dans le cadre du Programme national nutrition santé, le Ministère de la santé, l'institut de veille sanitaire et le conservatoire national des Arts et métiers ont publié un ouvrage "Alimentation, nutrition et cancer : *vérités, hypothèses et fausses rumeurs". On peut y lire à propos des accusations sur le lait responsable de cancers :

"Cette idée fausse véhiculée par quelques gourous pseudo scientifiques est particulièrement importante à battre en brèche, compte tenu du fait qu'elle peut amener certains consommateurs à abandonner la prise de ces sources majeures de calcium, nutriment essentiel intervenant, entre autres, dans la minéralisation osseuse. On ne peut en aucun cas mettre en accusation le lait et les produits

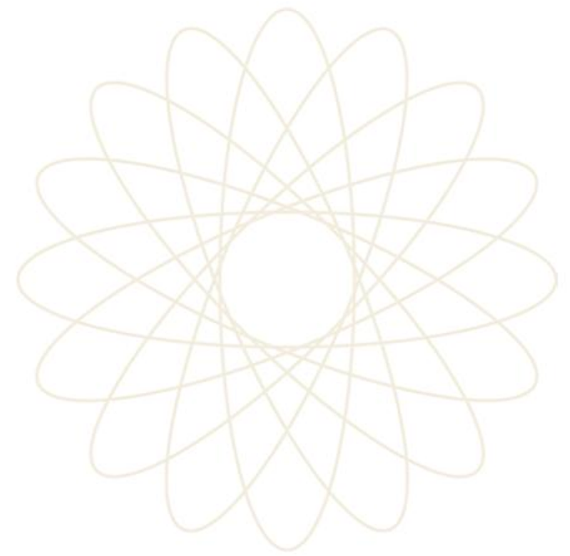


laitiers en terme de risque de cancer. A l'inverse, on recommande de consommer trois produits laitiers par jour !".

Difficile d'être plus clair ! Mais trois produits laitiers par jour, cela ne veut pas dire n'importe quoi : limitez les produits lactés de type crème à la vanille ou au chocolat, qui apportent aussi du sucre. Et il vaut mieux privilégier les produits écrémés ou demi-écrémés.







CHAPITRE V

Viandes - Poissons

Œufs





V.1. LE SYSTEME PROTEIQUE MUSCULAIRE:

V.1.1. Structure et rôle :

Le muscle comprend :

- Les fibres ;
- Tissus conjonctif les entourent : Qui contient des vaisseaux sanguins et des nerfs.
- Tissus lipidiques
- Enfin la myoglobine.

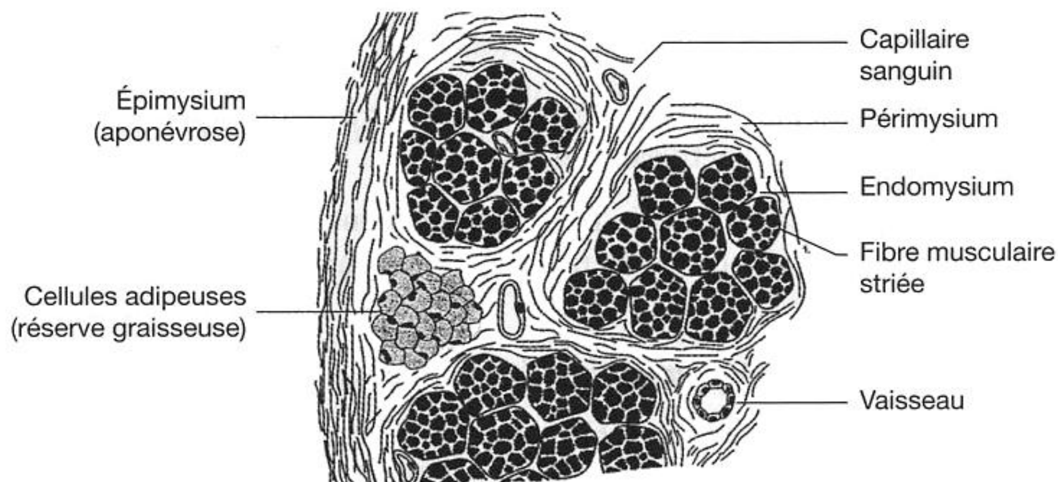


Figure.11. Structure de muscle squelettique**.**

La répartition des principaux constituants protéiques des muscles est la suivante :

Protéines sarcoplasmiques : L'enzyme glycolytique, myoglobine (45 à 30%).
Protéines myofibrillaire : 50 % dont 64% myosine et 27 % d'actine.
Protéines de tissus conjonctifs : 10-15% : Collagène et élastine.

V.1.2. Le tissus conjonctif :

a- Le collagène :

- Principale constituant de tissus conjonctif ;
- Il maintient en place les fibres musculaires.
- L'unité de base de collagènes est la molécule de Tropocollagène, c'est une hélice formée de 3 chaines polypeptidique (2 chaines de même types et une d'autre type).

La molécule de Tropocollagène possède une extrémité des groupements ionisés, plusieurs molécule toute orienté dans le même ses, sont associés en fibrilles.

Cette structure (cristalline explique la rigidité et la résistance qu'il (collagène) offre lors mastication.

Cette propriété (la rigidité) augmente avec l'âge de l'animal, la dureté d'une viande dépend ainsi non seulement de sa teneur en collagène (fonction acide aminé constitutif '' glycine, proline'' et ''hydroxyproline'' mais aussi de l'âge de ce tissus (accroissement de nombre de laissons intra et intermoléculaire).

Le chauffage dans l'eau provoque la dissociation des fibrilles et la dissolution de la triple-hélice, l'action prolongé de température plus élevée conduit à la solubilisation de collagène sous la forme de gélatine.

b- Elastine :

La structure de l'élastine n'est pas bien connue.
Les fibres élastines sont filamenteuses et l'épaisseur et l'allongement varient selon le tissu.
Lors de la cuisant dans l'eau, l'élastine se gonfle et s'étire mais ne dissout pas.

V.1.3. Les fibres musculaires :

Une fibre musculaire est constituée de très nombreuses myofibrilles parallèles enrobés dans un cytoplasme (sarcoplasme), elle est entourée d'une membrane (sarcolème) qui reçoit le stimulus nerveux et d'ont la dépolarisation déclenche la contraction.

Chaque myofibrille est enveloppée par un réseau riche en Ca^{++} de réticulum sarcoplasmique et par des tubules qui communiquent avec la sarcolème, les myofibrilles sont composées de 2 filaments parallèles alternativement épais et mince (de myosine et d'actine respectivement), un élément de myofibrille constitue la sarcomère. Tubule transversale

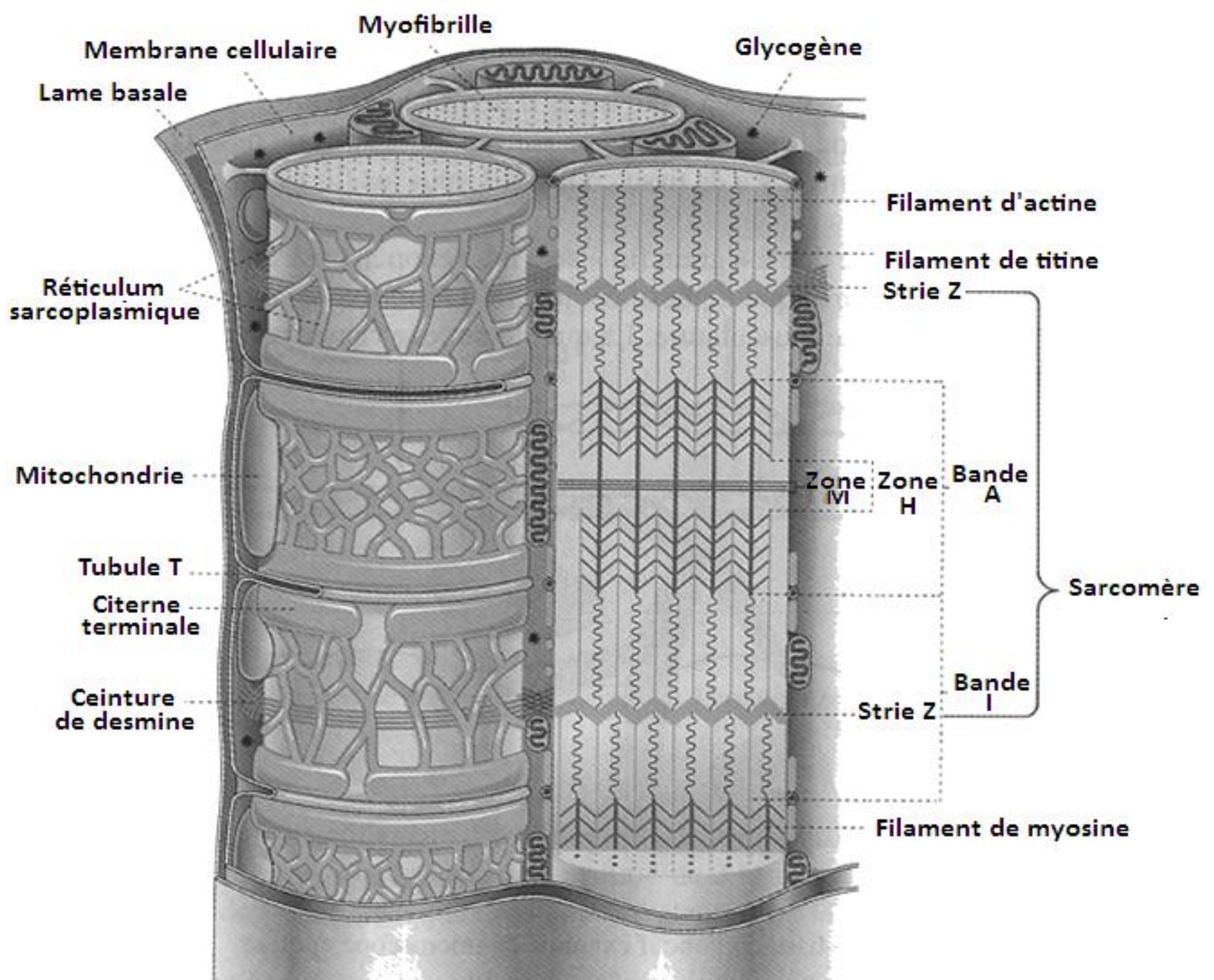


Figure.12. Représentation schématique de l'appareil contractile et des structures membranaires de la cellule musculaire squelettique

a- La myosine : Un filament de myosine est constitué par un faisceau de molécules en forme de ''doigt'' qui oscillent, réalisant la contraction et qui interagit avec l'actine et qui possède en plus activité ATPasique.

b- L'actine : Se présente sous 2 formes, l'une globulaire G-actine, l'autre est fibreuse F-actine qui résulte de la polymérisation de la 1 ère en filmant constitué par 2 chaines enroulées en double hélice.

Ces filaments comprennent aussi d'autres protéines :

- La tropomyosine : La troponine sensible aux ions Ca^{+2} et participe par ce fait au déclanchement de la contraction et α actinine qui intervient dans la jonction entre le filament d'actine et la strie 2

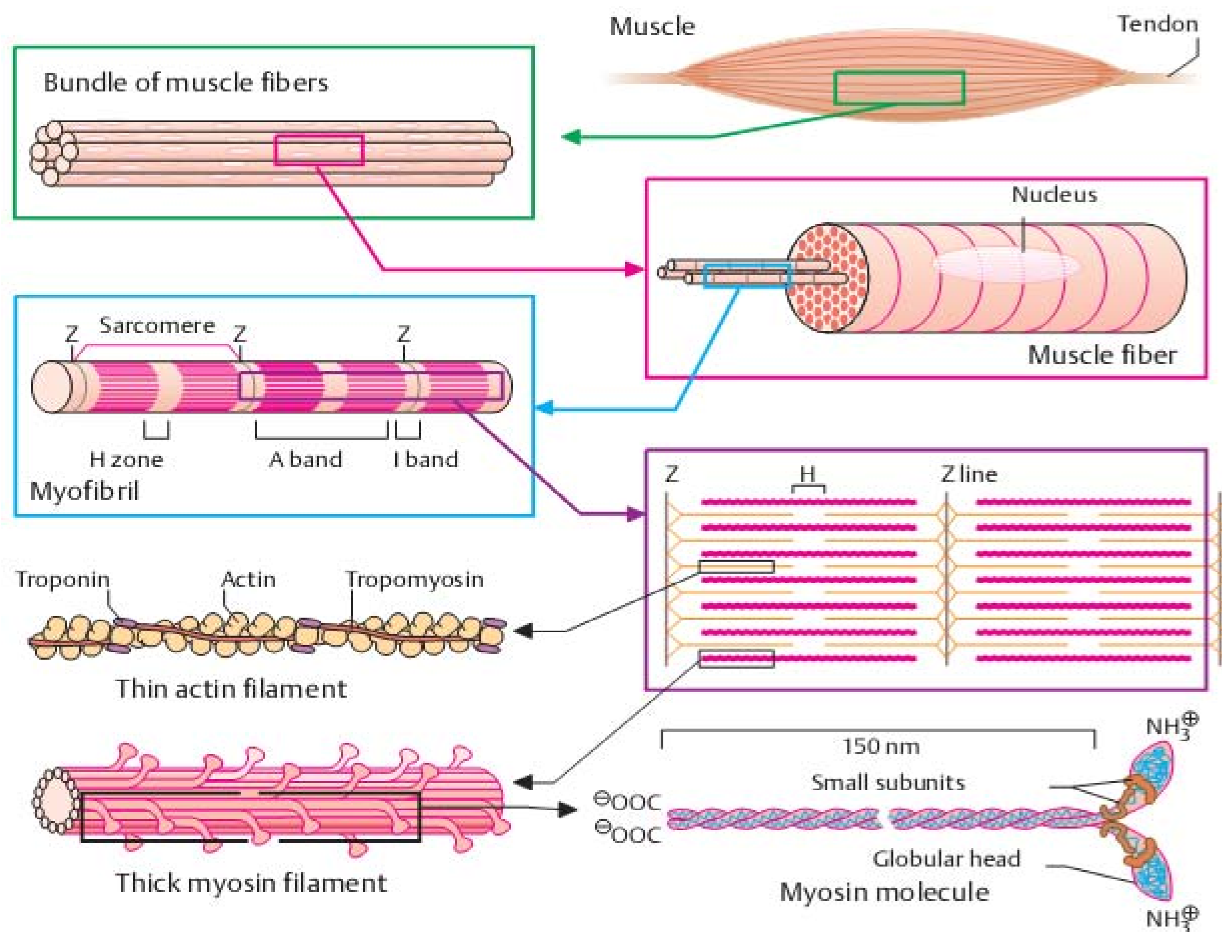


Figure.13. Organisation générale de muscle.

V.2. Biochimie de la contraction :

Les réactions qui entrent en jeu sont les très complexes et imparfaitement connus.

Avant la contraction en présence d'ATP et d'ions Mg^{+2}, mais aussi plus de temps que les ions Ca^{+2} sont retenus dans le sarcoplasmique, la myosine ne manifeste pas d'activité ATPasique et le muscle est en relaxation.

Les 2 protéines seraient sous la forme de 2 complexes

* Myosine-Mg+2-ATP } Avant contraction musculaire

* Actine-ADP } muscle en relaxation

Au moment de la contraction musculaire toujours en présence d'ATP et Mg^{+2}, lors que le réticulum sarcoplasmique relâche des ions Ca^{+2} en réponse au stimulé nerveux.

- **PHASE I :**

Mg^{+2}-ATP-Ca^{+2}⇒L'activité ATPasique de la myosine se manifeste ⇒hydrolyse d'ATP et libération d'énergie ⇒ interaction temporaire entre myosine et actine (myosine-actine et la contraction musculaire produit la formation de complexe *Myosine-Mg+2-ATP-Ca+2-ADP-acine.* ⇒Au moment de la contraction musculaire ⇒ muscle contracté.

- **PHASE II :**

Fin de stimulation, la concentration d'ions Ca^{+2} diminue jusqu'au seuil de 10^{-7}M (le Ca est repéré par le réticulum sarcoplasmique), la contraction prend fin, relaxation de muscle ce qui aboutit à la dissociation de complexe acto-myosine.

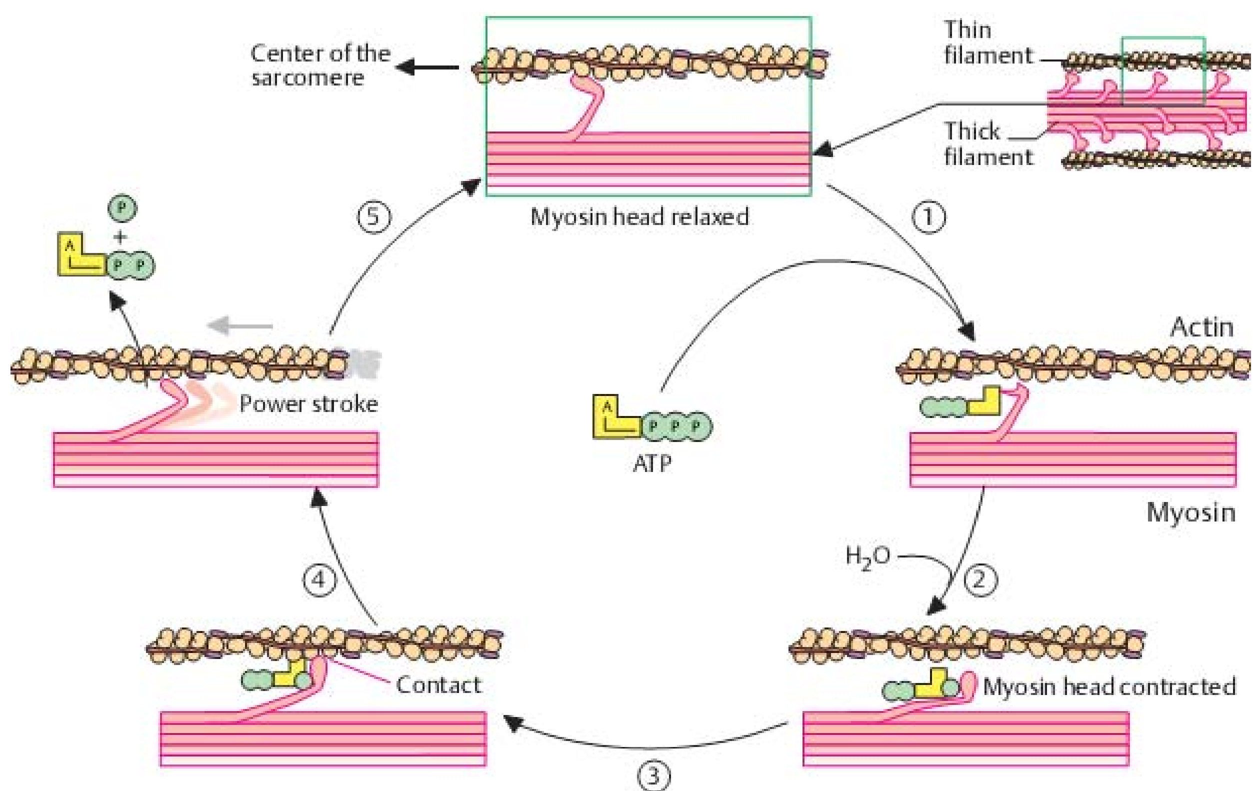


Figure.14. Mécanisme de contraction musculaire.

- **Voie de formation d'ATP :**

Normalement la teneur en ATP reste constante, ce composé se former en effet par 3 voies :

Phosphocréatine

❶- ADP+ Phosphocréatine ⇋ ATP+ créatine

Kinase

❷- 2ADP → ATP+AMP $_{\text{libéré}}$+phosphate.

❸- Quand l'apport d'O2 par le sang est faible (lors de la contraction violente on a :

Glycolyse anaérobie → glucose → 2 lactate+2 ATP.

La contraction musculaire est donc accompagnée de :
- Apparition de créatine et de phosphate
- Formation de l'acide lactique et baisse de la teneur en glycogène.

Remarque :

Au repos ou lors d'un travail modéré l'acide lactique disparue et l'ATP est formé par l'intermédiaire de l'acide pyruvique (cycle de krebs), et sert à rétablir la réserve de phosphocréatine

V.3. MODIFICATION BIOCHIMIQUE DE SYSTÈME PROTEIQUE APRES LA MORT :

V.3.1. Rigidité cadavérique (rigor mortis):

S'installe progressivement au fur et à mesure que la teneur en ATP décroit, elle intervient après la mort en effet :

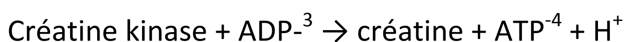
* En absence d'ATP : L'actine et la myosine se lient de façon irréversible.

a- Modification dans le tissu musculaire après la mort.

L'installation de la rigidité cadavérique (ou rigor mortis) est directement perceptible sur la carcasse : la musculature devient progressivement raide et inextensible dans les heures qui suivent la mort de l'animal. Ce phénomène résulte de l'épuisement du composé qui permet au muscle vivant de conserver son élasticité et qui par ailleurs fournit l'énergie nécessaire au travail musculaire, l'adénosine triphosphate (ATP).

- **Acidification du tissu musculaire**

Après l'abattage et la saigné, en l'absence d'oxygène, divers mécanismes de resynthèse s'oppose à la dégradation de l'ATP. Le premier est constitué par la réaction catalysée par la créatine kinase :



Créatine kinase + ADP^{-3} → créatine + ATP^{-4} + H^+

Intervient également la myokinase :



$2\ ADP^{-3} \rightarrow ATP^{-4} + AMP^{-2}$

Mais la réaction la plus importante, car elle conditionne l'évolution du pH et des caractéristiques physicochimiques pendant l'établissement de la rigidité, est la lyse du glycogène :



$(glucose)_n + 3\ ADP^{-3} + 3\ P_i^{-2}H^+ \rightarrow (glucose)_{n-1} + 3\ ATP^{-4} + 2\ lactate^- + H_2O$

L'acidification est due au turn-over de l'ATP. Ainsi l'acidification sera fonction de la vitesse du turn-over. Après la mort, le turn-over de l'ATP sera assuré tant que les réserves de phosphocréatine et de glycogène le permettront et que la baisse du pH n'inhibera pas la voie glycolytique. L'amplitude de la baisse du pH sera donc fonction des réserves énergétiques.

En absence d'influx nerveux, la contraction de la cellule musculaire après l'abattage est d'origine chimique. Immédiatement après l'abattage le muscle possède une réserve suffisante d'ATP pour maintenir la dissociation de l'actine et de la myosine. De ce fait, il garde son élasticité.

La baisse du pH résultant de la glycolyse anaérobie inhibe les ATPases sarcoplasmiques (pompes à Ca^{+2} maintenant le gradient de Ca^{+2}) provoquant ainsi une fuite de Ca^{+2} dans le réticulum.

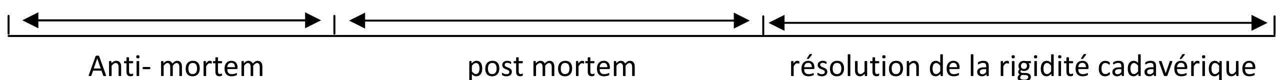
b- Facteurs d'influence :

Le degré de sévérité de phénomènes accompagnants la rigidité cadavérique dépend de :
- Etat nutritionnel de l'animale au moment de l'abattage, animale affamé au soumis à un stress
- Reserve en glycogène faible ;
- Baisse rapide de la teneur en ATP ;
- durcissement maximum ;
- Capacité de la rétention d'eau diminue ;
- Abaissement de pH est faible par manque de glycogène (ce qui entraine d'ailleurs un sérieux inconvénient sur le plan microbiologique (une baisse importante de pH en effet considérablement sur la prolifération de la flore microbienne du surface.
- La température à laquelle les carcasses sont entreposées.

Si la température n'est pas abaissée rapidement après l'abattage :

- pH descend (diminue) rapidement
- Ce qui entraine une dénaturation des protéines ;
- Une grande partie de l'eau de gel myofibrillaire est expulsé dans les espaces intercellulaires ou exsudée hors de tissus.
- La texture de la viande est modifiée très défavorablement ;
- Lors de la mastication l'eau est expulsée rapidement et laisse un résidu fibreux et sec ;
- Il ya parfois aussi une perte de poids et un changement d'aspect.

Si la température atteint 0 à 1 c° avant l'apparition de la rigidité cadavérique (ou congélation) :



Anti- mortem post mortem résolution de la rigidité cadavérique

- La durcissement est rapide et intense et est précédée dune contraction de muscle

Conclusion :

En pratique on fait en sorte de ne pas refroidir trop rapidement de la manière que le muscle entre en état de rigidité cadavérique

Si la température est comprise entre 14 et 19 c° (contraction minimale) :

- En évite également de congeler la viande avant qu'elle est assumée complètement la rigidité ;
- On ne doit jamais cuire une viande en état de rigor-mortis.

V.3.2. Résolution de la rigidité cadavérique (maturation) de la viande) :

Au fur et à mesure que la viande vieille :

- Sa dureté s'attenue ;
- La texture après cuisant dévient meilleur, l'extractibilité des protéines augmente ;
- Augmentation de la capacité de rétention d'eau.

Le mécanisme de cette maturation ne semble pas résultat d'une dissociation de complexe acto-myosine, mais plutôt de détachement des filaments d'actine de la Strie Z sous l'influence de :

- Soit de modification ionique ;
- Soit d'enzyme : les Cathepsines provenant des lysosomes fragilisés par l'abaissement de pH.

La maîtrise de mécanisme de maturation permet de l'orienter dans un sens favorable par des interventions externes (force ionique, pH, enzyme, microorganismes.

Ainsi par exemple l'injection avant l'abattage de $MgSO_4$ réduit d'exsudation à la décongélation.

La maturation de la viande est accompagnée par divers autres réactions :

- Oxydation des lipides ;
- Formation de nucléotides, ammoniac, H_2S, acétylaldéhyde, diacétyleacétone.

V.4. LA MYOGLOBINE :

V.4.1. Structure et fonction :

Est un pigment rouge de muscle de nombreux vertèbres et invertébrés, elle est constitué par une chaine polypeptidique, la globine, fixé par un résidu hystidyle, à un groupement hème, ce derniers est formé par 4 noyaux pyroles hétérocycliques entourant un atome de fer bivalent et liée à celui-ci par leur atome d'azote.

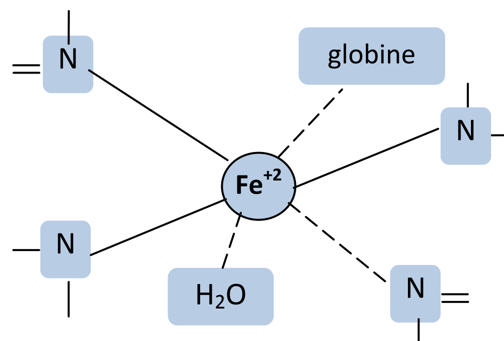


Figure.15. Structure de la myoglobine.

L'hémoglobine pigment de sang à une structure analogue à celle de la myoglobine, elle possède toute fois 4 groupements hèmes.

La fonction essentiel de l'hémoglobine transporté O_2 des pommons des vers les tissus, la myoglobine dont l'affinité pour l'O_2 est plus forte que celle de l'hémoglobine sert pour ça à mettre en réserve dans le muscle, l'O_2 qui lui est favorisée par l'hémoglobine.

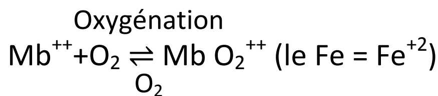
V.4.2. Modification de la myoglobine :

La myoglobine est modifiée après la mort de l'animale (changement de couleur), ces modifications sont fonctions de traitements technologiques.

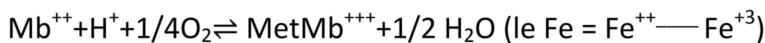
a)- Cas de la viande non traité :

La myoglobine subit de la réaction principale.

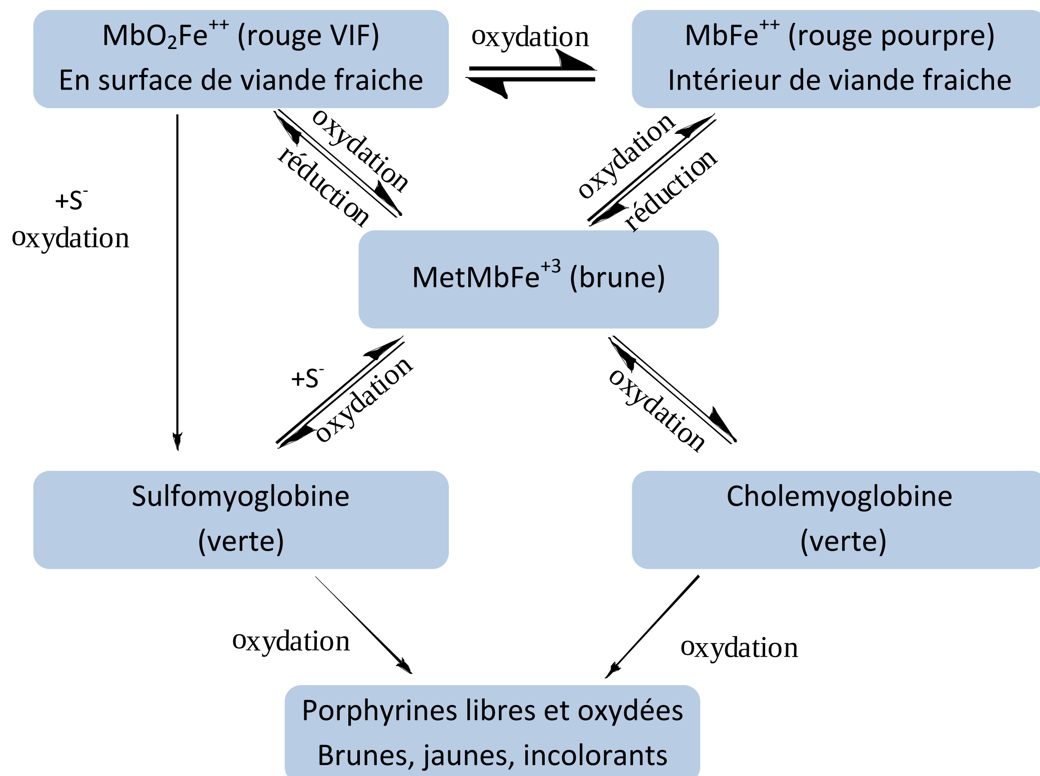
a- Formation d'oxymyoglobine MbO_2 :



b- Formation de Metmyoblobine MetMb :



c- Principaux dérivés :



Ainsi dans certains réactions la valence de l'atome de fer passe de 2 à 3 (Fe^{+2}___Fe^{+3}), il s'agit cependant d'une oxydation assez particulière qui est inhibée par l'oxygène.

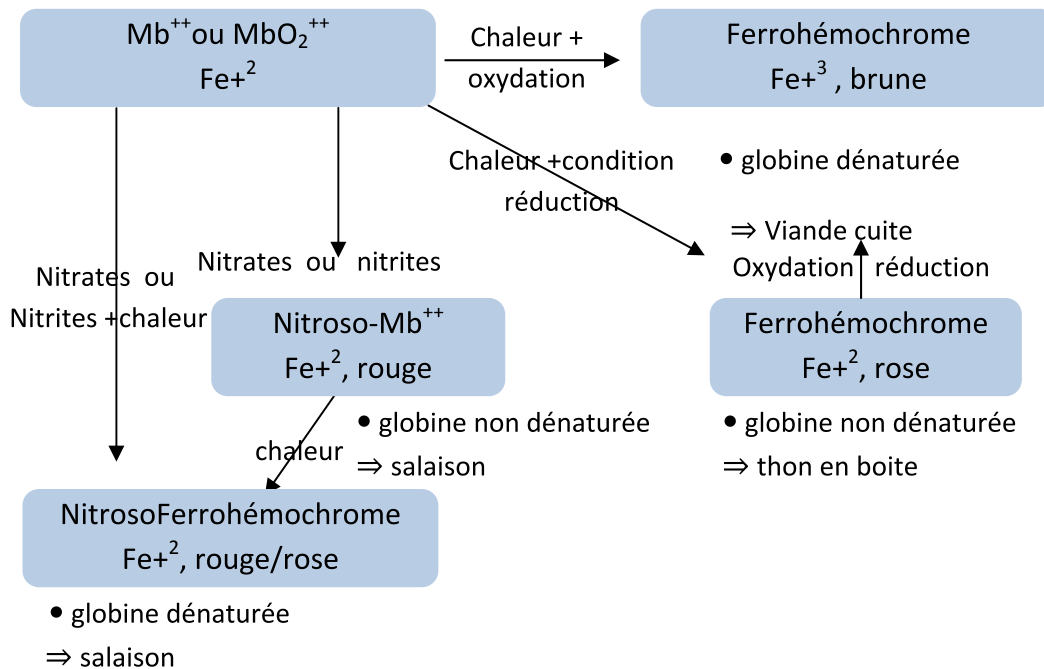
La formation de metmyoglobiline est accélérée au faible pression partielle d'O_2, bien que certains coenzyme réduite présente dans la viande soient capables de retransformer la metmyoglobine à myoglobine.

Le métabolisme résiduel du tissus et le développement de micro-organismes tendent à réduire l'O_2 disponible dans la viande donc pour conserver le plus long temps possible le couleur rouge vif désirable à la surface de la viande entreposé sous régime de froid il faut la laisser au contacte de l'air (per exemple en utilisant un emballage plastique perméable au gaz).

La résistance à l'oxydation est d'autant meilleure que la pression O_2 est plus élevée, l'inhibition de l'oxydation par l'O_2 s'explique par le fait que dans la viande lO_2 diffuse longtemps vers l'intérieur où le milieu demeure réducteur.

b)- Cas de la viande traitée :

Lors que la viande est soumisse à des traitements tel que : cuisson, stérilisation, salaison, la myoglobine subit d'autres modifications, ces traitements vis ainsi non seulement à inhiber la prolifération bactérienne et certains actions enzymatiques, mais à garder aux viande une couleur rouge ou rose appréciée pour le consommateur.



V.5. POISSONS :

V.5.1. Altérations de poissons :

- Actions d'enzymes endogènes et de bactéries ;
- pH relativement élevée, abondance de substrat ⇒ milieu favorable ;
- Action : apparition de composés volatiles malodorants : triméthylamine (à partir de l'oxyde de trimethylamine naturellement présent), méthyle mercaptan, sulfure, le diméthyle, H_2S, NH_3.
- Ramollissement rapide (protéase tissulaire et bactérienne) ;
- Modification de la couleur : Diffusion des hémoprotéines ;
- Hydrolyse et oxydation des lipides.

V.5.2. Réfrigération : Ces transformations sont ralentis mais non arrêtés car :

- *Pseudomonas* ne cesse de proliférer qu'à environ -5°C ;
- Plusieurs enzymes lipases notamment demeurent actives même dans le poisson congelé.

Le meilleur procéder s'il est réalisable et de saigner et éviscérer dés la capture ⇒ Refroidissement dans de l'eau de mer -10 à -2°C.

V.5.3. Congélation :

Le moment ou intervient la congélation est important :

Si la congélation à lieu avant l'instauration de la rigidité cadavérique, cette dernière se produit lors de la congélation et ne s'attenue qu'incomplètement, cet inconvénient se manifeste surtout dans le cas de filet découpé immédiatement après la pêche et congelé aussi tôt.

La texture finale est en contraire acceptable lors qu'elle est pratique sur les poissons entiers.

La différence entre poissons entiers et découpés provient de fait que les filets se décongèlent rapidement et que la rigidité intervient dans un tissus souple qui contracte facilement, un poisson entier se décongeler plus longtemps et les muscles y sont maintenus étirés.

En pratique :

- Congélation avant rigidité cadavérique ⇒ poisson entier (thon par exemple) ;
- Congélation après rigidité cadavérique ⇒ préparation de filets.

Le trempage avant congélation dans une solution de polyphosphate réduit la perte de liquide à la décongélation par formation d'une couche de protéine gonflée.

Remarque :

Présence d'enzyme (activité) dans le liquide à la surface d'un poisson
⇒ Poisson qu'à été congelé.

L'entreposage prolongée a une température insuffisamment base de poisson à l'état congelé provoque :

a) Pour le poisson maigre (riche en matière grasse) :

- Dénaturation de protéine : activité des lipases ;
- Durcissement de la chair (texture).

b) Pour le poisson gros (oxydation des lipides) :

La fluctuation de température contribue également à accroitre le risque de dissociation superficielle celle-ci entraine :

- Une perte de poids d'une part ;
- D'autre part oxydation de lipides ;
- Durcissement ;
- Apparition des taches

La protection peut être obtenue par :

Glaçage- emballage sous vide dans un film plastique imperméable à la vapeur d'eau (qui adhère) au produit rétractable

- Une semeur (sel+eau) à 23% de NaCl (liquide au dissous -21°C) est utilisée pour la congélation.

V.6. L'ŒUF :

Les principales parties de l'œuf de l'intérieur vers l'extérieur sont :

- Le jaune ou vitellus 29% (lipide (émulsifiant) ;
- Le blanc ou albumen 61.5%(protéine) ;
- Les membranes coquillières (internes et externes)
- Coqué 9.5%.

L'œuf entier renferme environ 65% d'eau et 11% et 11% de matière minérale et 23% de substances organiques (12% protéine et 11% lipide).

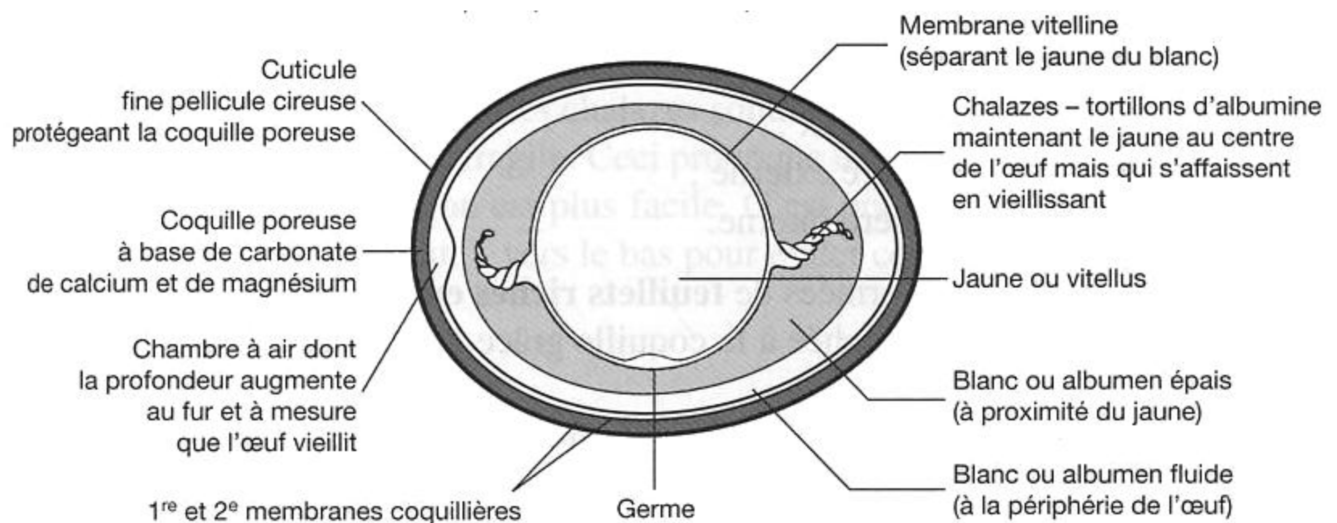


Figure.16. Coupe schématique d'un œuf.

V.6.1. Le blanc d'œuf :

Le pH de blanc d'œuf frais est 7.4, les protéines de blanc d'œuf sont :

1- Ovalbumine : La principale protéine de blanc d'œuf 60%, son composition en acides aminés remarquablement en équilibre, elle a des propriétés gélifiantes et moussantes.

2- Conalbumine (ovotransferrine) :

Sa masse moléculaire est prés le double de celle de l'ovalbumine

- Possède une action inhibitrice sur certains bactéries ;
- Facilement dénaturé par la chaleur, congelé vers 63°C.

3- Ovomucoides :

- Glycoprotéine riche en glucosamine ;
- Très soluble dans l'acide trichloro-acétique ;
- Dénaturable par la chaleur ;
- Possède une action antitrypsine.

Le blanc d'œuf congelé (dure) se digère rapidement dans l'intestin du fait de la dénaturation de ce facteur.

4- Ovomucine (glycoprotéine) :

-Insoluble dans l'eau pure mais devient soluble en présence de sel à pH =7
-Assez tellement thermique mais sensibles à la dénaturation de surface ;
- Contribue à la stabilisation de mousse à froid.

V.6.2. Le jaune d'œuf :

Est une dispersion des particules dans une phase aqueuse continue à plasma. Les particules se séparent par centrifugation.

Elles sont constituées d'environs 60% de protéine (phosvitine et lipovitelline et Livitine .

- Phosvitine : phosphoprotéine fortement phosphorylé, est un réserve de phosphore par l'embryon aussi une source de fer.

- lipovitelline: elle est de type HDL peu phosphorylé, la teneur en lipides est en moyenne 20%, 2/3 phospholipide et 1/3 lipide, la quantité élevée (2/3 de lipide sont neutres avec 4% de choline et 1/3 de phospholipide.

- Livitine : divers types α, β, et γ.

V.7. PROPRIETES FONCTIONNELLES D'OVOPRODUITS :

V.7.1. Pouvoir coagulant de l'œuf :

Les protéines sous l'action de divers agents physiques (chaleur, action mécanique) et agents chimiques (ions inorganiques, matériaux lourds).

V.7.2. Pouvoir anti-cristallisant et moussant de blanc:

L'addition de 3% de blanc d'œuf permet de limiter la formation de cristaux saccharose.

Le lysozyme est considéré comme responsable de la formation de musses lors d'un abattage alors que l'ovomucine en contrôlerai la stabilité.

V.7. 3. Pouvoir émulsifiant de jaune:

Le pouvoir tensioactif du jaune est dû à la présence dans celui-ci de phospholipide (lécithine en particulier), de plus, la viscosité du jaune confère de la stabilité aux émulsions.

V.8. VALEUR NUTRITIONNELLE DE L'ŒUF:

L'œuf est une source assez peu énergétique, de protéine parfaitement équilibré, il constitue en outre une source importante de protéine, de Fe et vitamines par contre c'est un aliment déficient en glucide, Ca^{+2} et vitamine C.

Les protéines continues dans l'œuf sont dits complètes car elles renferment les 8 acides aminés essentiels et dans des proportions équilibres, c'est pour quoi est utilisé comme référence pour évaluer la teneur de protéine des autres aliments et la qualité de ces protéines.

Les éléments nutritifs de l'œuf se répartissent inégalement entre le blanc et le jaune.

FICHE DE LECTURE

LES OGM

Organismes génétiquement modifiés

OGM : QUELS SONT LES VRAIS RISQUES POUR LA SANTÉ ?

Les modifications génétiques des aliments menacent-elles notre santé ? Entre les pro et les anti-OGM, difficile de faire la part des choses. Résistance aux antibiotiques, persistance des pesticides… Le point sur les principaux problèmes et les menaces qui pèsent sur notre organisme.



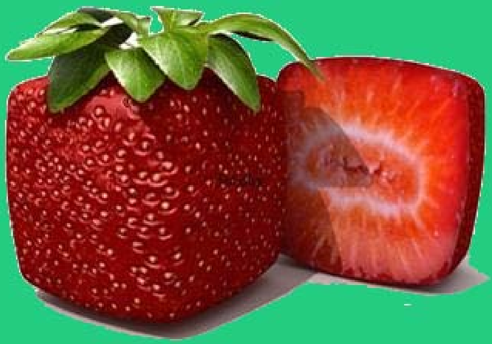
Entre vérité et fausses rumeurs, quels sont les véritables risques des OGM ?

ADN : PAS DE DANGER

Dans l'organisme génétiquement modifié, ce que l'on introduit, c'est un brin d'ADN étranger. Lorsque nous mangeons par exemple du maïs transgénique, nous allons donc avaler des milliers de copies d'un gène qui ne vient pas du maïs. Mais il faut savoir que nous avalons déjà des millions de gènes en mangeant une feuille de salade ou un morceau de viande ! Et cela ne présente aucun risque pour la santé ! Le fragment d'ADN étranger de l'OGM est donc dégradé dans l'appareil digestif, au même titre que n'importe quel matériel génétique des autres aliments.



RÉSISTANCE AUX ANTIBIOTIQUES : PAS DE RISQUE… DEMAIN !

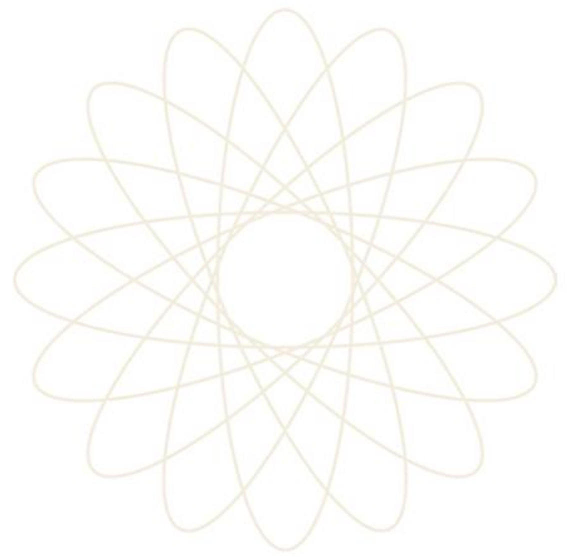


L'une des critiques des détracteurs des OGM est le risque de résistance aux antibiotiques. En effet, pour amener le gène que l'on veut utiliser dans l'organisme hôte, on fabrique un brin d'ADN que l'on met en culture dans une bactérie. Or pour pouvoir faire le tri, on va ajouter un gène de résistance à un antibiotique, la kanamycine ou l'ampicilline. Le problème est alors la transmission éventuelle de ce gène dit "marqueur" à des bactéries pathogènes, dans le tube digestif ou même dans le sol. Et si ces bactéries deviennent à leur tour résistantes aux antibiotiques, on risque de voir émerger des pathologies réfractaires aux traitements classiques. Mais ce danger potentiel devrait bientôt disparaître. En effet, la Commission Européenne vient d'interdire l'utilisation de ces marqueurs dans les nouveaux OGM à partir de 2003 et dans tous les produits génétiquement modifiés à partir de 2005.

PROTÉINES : À CONTRÔLER

Si l'ADN en lui-même ne présente pas de risque, il va néanmoins servir à fabriquer une protéine "étrangère", dont les effets peuvent être plus ou moins nocifs. Car celle-ci peut avoir différents effets dans l'organisme. Le principal risque est bien sûr l'apparition d'allergies. Et il faut prendre en compte d'éventuelles interactions de cette molécule avec certaines fonctions de l'organisme. Dans ce cas, seuls des mesures d'évaluation précises avant toute mise sur le marché peut garantir une certaine sécurité. Ainsi qu'une surveillance après la commercialisation pour détecter l'émergence de problèmes de santé.





CHAPITRE VI

Graines végétales



VI.1.LES GRAINES DE CEREALES :

On distingue sous l'appellation céréale différentes espèces appartenant à l'embranchement des phanérogames (règne végétale) ou sous embranchement des angiospermes et au monocotylédones, famille Graminées.

On distingue: Blé tendre : *Triticum vulgare* ou *Triticum aestivum*; Blé dur : *Triticum durum*; Maïs : *Zea mays*; Le riz : *Oryza sativa*; Orge : *Hordeum vulgare*.

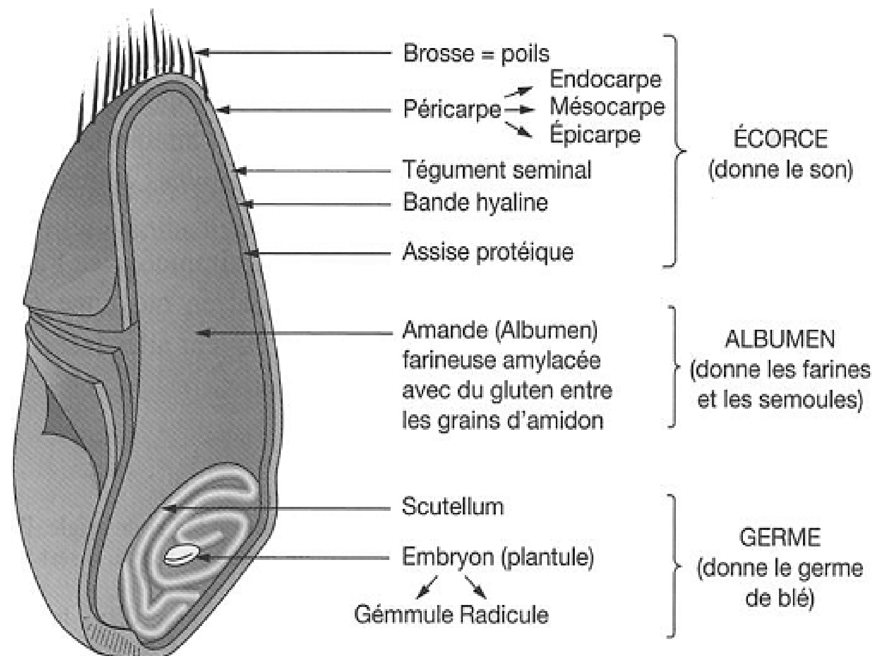


Figure.17. Schéma d'une coupe d'un graine de blé.

Les grains de céréale et leurs dérivés représentent l'apport principale de calories de l'alimentation humaine, ils représentent aussi l'apport principale de protéines dans des nombreuses régions en voie de développement (90% contre 25% seulement dans les pays industrialisés).

La valeur nutritionnelle de ces protéines est cependant relativement faible (déficience en lysine).

VI.1.1.Utilisation :

Farine ⟶ Pain (blé tendre), Semoule ⟶ Pâtes alimentaires, Kouskous, galets (blé dur) ;

VI.1.2. Structure :

La structure des graines est semblable d'une céréale à l'autre, seule l'importance respective des parties varie :

Une graine de céréale est constituée de 3 parties : Les enveloppes, l'albumen et le germe.

a- les enveloppes : Elles ont un rôle de protection, plusieurs couches successives sont distinguées de l'extérieur vers l'intérieur :

- **Péricarpe :** constitué par 3 couches (épi, méso, endocarpe) ;
- **Testa :** Absente chez la plupart ;
- **Epiderme :** Appliqué sur l'albumen.

b- L'albumen : endosperme ou amande) : C'est la partie centrale de graine, elle est constituée par une succession de couche ;

- Assise protéique : couche à aleurone très riche en protéine ;
- Celle de l'albumen avec granule (d'amidon) ;

L'albumen peut être vitreux (cas du blé dur) ⟶ Farine

Le germe : Situé dans la partie inférieure de la graine, il est responsable de la perpétuation de la vie, composé par l'embryon protégé par le scutellum.

VI.1.3. Composition :

Le graine de blé est constitué essentiellement par de l'eau, des matières organique (glucide, matière azoté, lipides), aux quelle s'associe à faible proportion des matières minérales, le graine de blé renferme une faible proportion de matière grasse dont la majorité se trouve dans le germe et les enveloppes.

Ces constituants (dans le cas de mauvaise condition de conservation), influent négativement sur la valeur boulangère par l'élévation de l'acidité grasse et sont à l'origine de phénomène de rancissement.

Le graine de blé comprend également des matières minérales en faible proportion et inégalement réparti. Ainsi 80% des cendres se trouve dans les enveloppes contre 20% dans l'amande, les K,P, Ca, Mg possèdent les teneurs les plus élevés.

L'amidon (sucre complexe polysaccharide) constitue la majeure partie de l'albumen, il existe sous des tailles et des formes différentes, la granule d'amidon est constituée par des couches concentriques alternativement cristalline et amorphe.

L'amidon est enfermé à l'intérieur de la chaine protéique (réseau visqueux élastique).

La teneur des graines en matière azotée est faible, elle est de l'ordre de 10 à 12%, les protéines sont principalement localisés dans l'albumen, 70% surtout dans la partie périphérique.

4 types principaux de protéine ont peut mettre mise en évidence dans les graines de céréale.

Albumen : Soluble dans l'eau 10ù ;
Globuline : Soluble dans une solution saline 10% ;
Prolamines : Soluble dans une solution d'alcool diluée (éthanol), appel dans le cas de blé Gliadine 45%.

Gluteline : Soluble dans des solutions acides et basiques diluées, appelés dans le cas de blé Gluténine.35%.

Les Gliadines et les Gluténines constituent les protéines du Gluten.

VI.2. CARACTERISTIQUES DES PROTEINES :

Les albumens et les globulines présentent les propriétés caractéristiques de leur groupe, de nature globulaire, elles ont des masses moléculaires comprises entre 10.000 et 100.000, elles correspondent dans l'ensemble aux protéines biologiquement fonctionnelles.

Les gliadines et les Gluténines ont des caractéristiques communes, constituent la réserve d'azote de carbone et de soufre pour le développement de la jaune plantule, au moment de la germination.

Ces protéines ont une composition en acides aminés très riche en glutamine et en proline, mais pauvre en acides aminés basiques (Lys, His, Arg).

Les Gluténines ont une teneur en résidu Lys, Gly, Ala, Tyrosine fortement supérieure à celle des Gliadines tandis que leur teneur en acide glutamique Proline et Cystéine est inférieur.

Traditionnellement on distingue selon leur masse moléculaire 3 types de Glutamine :

❶- Celles ayants une masse moléculaire supérieure à 200 000 dont la composition est voisine des albumens et Globulines à Haut Poids moléculaire (HPM) au poids moléculaire ;

❷- Celles dont la masse moléculaire est comprise entre 100 000 et 200 000 et qui contiennent une proportion élevée d'acide Glutamique de Glycine.

❸- Celles dont la masse est inférieure à 50 000 et qui présentent une hydrophobicité voisin des Gliadines à faible poids moléculaire (FPM).

En tenir compte de leurs propriétés biochimiques et de leur origine génétique, les prolamines ont été séparées en 3 groupes :

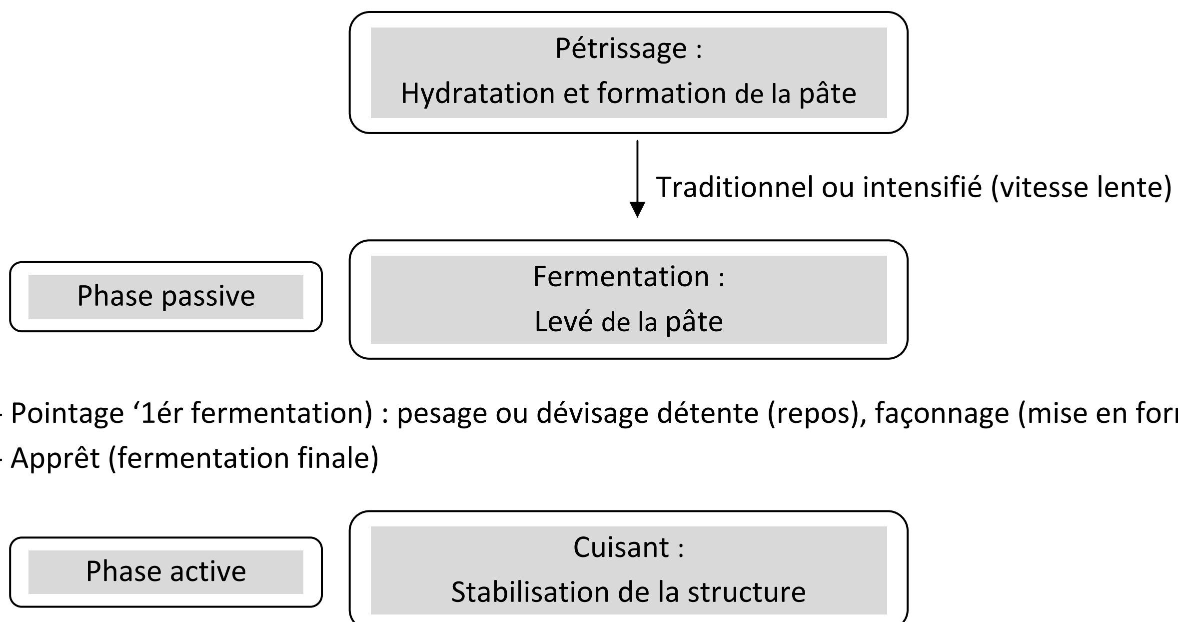
- Les prolamines riches en souffre (anciennement appelés gliadine w) ;
- Les prolamines de masse moléculaire élevée (anciennement appelés Glutamines HPM).

VI.3. PANIFICATION ET BIOCHIMIE DE PAIN :

Pain : Produit de la cuisant d'une pate de farine du blé fermentée.

VI.3. 1. Panification :

3 opérations : Pétrissage, Fermentation et cuisant.



VI.3.2. Biochimie du pain :

a- Pétrissage : il permet :

- Absorption de l'eau (par les protéines et les granules d'amidon endommagé) ;
- Développement de l'élasticité (gluténine) et de l'extensibilité (gliadine) du gluten probablement par :
- Oxydation à l'air de groupement sulfhydrile SH.
- Réarrangement des ponts désulfure (SS).

IL se orme dans la pate un réseau déformable de protéines et de glycolipides autour des granules d'amidon, ces dernières ayant d'ailleurs subit en surface un début de gélatinisation et de libération de l'amylose.

b1- Fermentation :

Phase pointage : La levure fermente les glucides libres de la farine (préexistants) avec production de CO_2 et l'alcool, c'est l'éthanol qui domine par le fait de la dissolution du CO2 dans l'eau libre de la pate jusqu'à saturation, pendant ce temps au fur et à mesure de la consommation des sucres, les amylases α et β attaquent les granules d'amidon endommagées au cours de la mature, il se forme :

- d'une part α maltose, dextrine et traces du glucose sous l'effet de l'action désordonné dextrinisante de α amylase ;

- d'autre part β maltose sous l'action ordonné saccharifiant de la β amylase en contribuant ainsi au renouvellement du stock glucidique (maltose), substrat de l'activité fermentaire.

b2- Phase de l'apprêt:

- La levure peut alors se développer au dépend des oses libérés;
- C'est le CO_2 qui l'emporte dans cette phase et s'accumule sous forme gazeux et exerce une pression intense sur le réseau viscoélastique du gluten.
- La pate gonfle (structure alvéolée: réseaux protéiques continues associées aux lipides, pentosane).
- Un équilibre s'établi entre viscosité et élasticité de la pate.
- Le CO_2 diffuse;
- Production de constituants secondaires, constituants de l'arome acide organique, alcool, aldéhyde, ester.
- Le volume de pain triple durant cette phase qui conditionne le volume finale de pain.

C- Cuisson:

c. 1. Développement de pâton (≃ 75°C) lié à:

- Activité enzymatique (activation thermique à ≃ 55°C;
- Expansion de CO_2+ évaporation de l'alcool.

c. 2. Formation de la croute:

- 110 à 150 °C ⟶ Dextrinisation et caramélisation.
- T> 150°C ⟶ Torréfaction grillage;

• à 70°C ⟶ Congélation de protéine.

d- Rassissement de pain (ressuyage):

A cours de refroidissement l'amylose (extrait des granules d'amidon pendant le pétrissage de la pate et lors de la cuisson) cristallise.

En vieillissant le pain durcit et perte son élasticité, il ya cristallisation de l'amidon de la mie.

VI.3.3.Définition de qualité de pain:

Un pain de qualité doit être léger mais fine et élastique.

A: La levure:

a- Espèce et propriété:

Saccharomyces cerevisiae: 2 types de métabolisme.

- Présence d'O_2

⇒ CO_2 + H_2O + énergie ⇢ favorise biomasse ⇢ multiplication cellulaire augmente.

Voie classique de dégradation:

Glycolyse ⇢ voie hexose monophosphate
Chaine oxydo-réduction.
Fermentation: absence d'O_2.
⇒ CO_2 + éthanol+ énergie faible (maintenance + reproduction cellulaire).
⇒ Production de constituants secondaires: arôme (acide, alcool, ester, aldéhyde…) qualité organoleptique de pain.

Remarque:

Les 2 métabolismes sont équilibrés;

L'O_2 déplace d'équilibre;

Propriété des espèces + certains facteurs de milieu interviennent.

b- Critères de choix d'une souche:

Le choix est en fonction des altitudes physiologiques et métaboliques.
Le taux de croissance est égale à taux d'azote assimilé / taux d'ensemencement.

b- 1- Comportement vis-à-vis de la température:

- Température optimale de croissance;
- Thermorésistante plus élevée;

Il faut tenir compte de l'influence de pH et de l'activité de l'eau.

b. 2. Production de CO_2:

- Activité fermentaire (CO_2 importante);
- Production de composés secondaires ⇒ pH variable (insensible).
- Peu sensible à l'augmentation de CO_2.
- Aptitude à produire les composés volatiles (arômes).

b.3. Pression osmotique:

- Résisté aux variations de pression osmotique;
- La pression osmotique augmente au cours de la cuisson ⇒ osmolyse cellulaire.

b.4. Exigences nutritionnelles:

- Métaboliser les sucres présents;
- Aptitude à fermenter le maltose;
- Résister à la concentration d'éthanol, elle doit s'adapter aux conditions de la pâte.

VI.3. 4.Principe de fermentation panaire:

a- Définition:

Ensemble d'opération permettant de cultiver de microorganismes et contrôler leur activité biosynthétique.

- Métabolisme I^{air} ⇢ biomasse
- Métabolisme II ^{air} ⇢ acides aminés .vitamines. enzymes.

Ensemble des processus de transformation conduisant d'un substrat organique et aboutissant un métabolite particulier + énergie.

b- Facteurs influents:

❶- Dose d'emploi = 2.5 Kg / quintal ou 60 l d'eau coulage.

❷- En fonction de matière grasse et de sucre.

❸- Le mode d'incorporation : Pas d'influence (émitté à la surface, préalablement dilué).

❹- Influence de sucre : 3 types de sucre fermentescibles :

- Sucres préexistants (lévulose, saccharose, raffinose, levoisine) ;
- Maltose provenant d'amidon ;
- Sucres ajoutés en boulangerie.
  - L'invertase de levure hydrolyse levoisine.

  →Sucre simple :

Remarque : La nature de sucre, mélange

→Affectent la vitesse de fermentation.

- **Influence de la teneur en sucre :**

Il existe une concentration optimale.

Phénomène d'inhibition quant la concentration optimale augmente.

- **Influence de température :**

4°C…. l'activité est nul ;
À 25-35°C est la température optimale ;
45°C…..inhibition ;
55°C…..levure est tuée.

- **Influence de pH :**

5.6-5.8….pH cellulaire de levure ;
5.2……….pH optimum ;
pH< 2 ou pH> 8 …inhibition totale.

- **Influence de l'eau :**

La quantité d'eau a peu d'influence sur l'activité fermentaire mais ces propriétés physiques influent sur la pate
Eau dure_____ gluten coriace ;
Eau douce ____ gluten collant.

- **Rôle de sel :**

La levure doit résister une certaine pression osmotique.
Quand la concentration de sel augmente, la pression osmotique augmente donc plasmolyse cellulaire.
La concentration en sel égale à 2% de poids (ajouté) est sans effet.

C- Flaveur de pain :

Sucre ⤻ CO_2 ⟹Structure alvéolée du pain + constituant de la flaveur du pain (alcool, acide organique, ester, composés carbonylé.

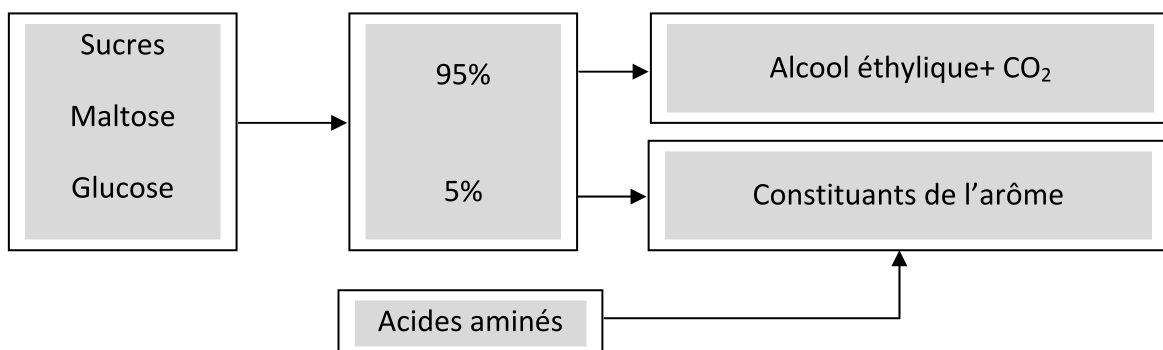


Figure.18. Formation des constituants de l'arôme.

VI.4. LES GRAINES DE LEGUMINEUSE :

VI.4.1. Structure et composés :

Les légumineuses à graine sont cultivés principalement pour leur graines riches en protéines (fève, pois, haricot, lentille, soja, arachide), et sont utilisés pour l'alimentation humaine, ces graines sont beaucoup plus riches en protide et moins riches en glucide que les graines céréales.

Leurs composition en pourcentage de la matière sèche-mis à part le soja- est de 22 à 25% de protide, de 48 à 54 % des glucides et de 1 à 4% de lipide.

En raison de la source de protéines quelles représentent, ces espèces sont souvent appelés protéagineuses et leurs culture est en expansion à l'échelle mondiale, les légumineuses représentent une composition en protéine assez voisine et sont principalement constituées de globuline (60-90%) et d'albumine 10-20%.

Les fractions de globuline des graines légumineuses sont représentées par des protéines de type 7 ***S*** à 11-12 ***S*** (classe correspond au fractionnement par ultracentrifugation identifiées par la coefficient de sédimentation), la structure quaternaire de ces protéines est complexe et diffère suivant qu'il s'agit des légumineuses protéagineuses ou oléagineuse, les différents monomères sont formés de polypeptides acides et basiques reliés par des ponts disulfure se qui explique que ces protéines s'agrègent ou se dissocient suivant les caractéristiques du milieu.

VI.4.2. Propriétés fonctionnelles :

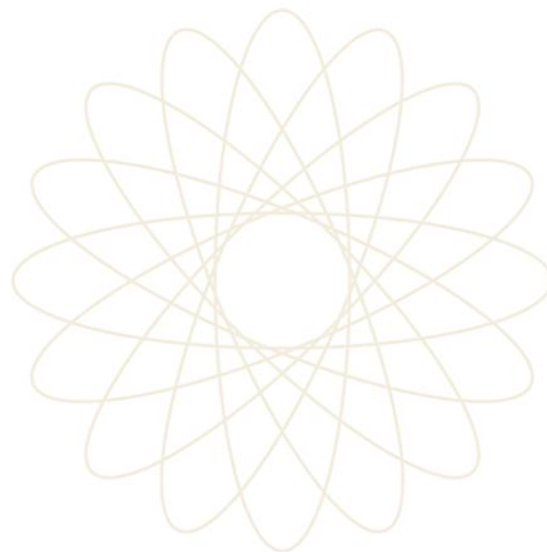
Poudre de faible variation saline.

La solubilité de protéines augmente de manière exponentielle avec un accroissement de la force ionique par ailleurs les conditions de ces charges influent sur la capacité de rétention d'eau de protéines.

La viscosité des solutions protéiques diminue peu en présence de sel mais augmente avec la température suite à la dénaturation (fonction de l'origine de ces protéines végétales).

L'effet de gonflement est lié au déroulement de la chaine peptidique.

La température de début de coagulation varie avec le pH et les forces de gel les plus élevées sont obtenues pour des valeurs de pH proche de 7.



CHAPITRE VII

Fruits et légumes





Edition biohay2006

VII.1. INTRODUCTION :

Les fruits et les légumes constituent les aliments dont la consommation est la plus élevée, ce sont surtout des sources de calcium, de vitamine C, de carotène, de vitamines de groupe B, ils n'apportent que peu de calories de cellulose facilitant le transit intestinale chez les sédentaires et ils calment le désire de manger sans faire angrecer.

VII.2.COMPOSITION ET PROPRIÉTES :

La distinction que l'on fait couramment entre fruits et légumes est essentiellement d'ordre gastronomique, les fruits charnus ont en générale comme caractères communs :

- La richesse en sucre ;
- L'acidité relativement élevée ;
- Le parfum prononcé ;
- Ils sont les plus souvent consommés à l'état cru.

Parmi les légumes on compte :

Des fruits : concombre, aubergine, poivron, tomate ;
Des graines : petit pois, haricot, maïs ;
Des racines : betterave, carotte ;
Des tiges : asperge ;
Des feuilles : épinards, choux, laitue ;
Des fleurs : choux-fleurs, artichauts.

Les légumes constituent ainsi une collection hétérogène et dont la faible acidité (pH voisin ou supérieur à 5) qui constitue une propriété commune à la plupart des légumes (abstraction faite à la tomate qui a des caractères organoleptiques d'un vrai fruit.

Les fruits et légumes sont riches en eau, les fruits contiennent en générale plus doses en acide organiques et moins d'amidon de protéine et de sel minéraux que les légumes.

Les caractères organoleptiques et nutritionnelle des aliments végétaux dépendent de nombreux facteurs : espèce et variétés, conditions des cultures, état de maturité, conditions et duré d'entreposage, traitement technologique.

La teneur en constituants chimiques divers varie considérablement zu cours de la croissance et de la maturation, de l'entreposage après récolte et des traitements.

VII.2.1. La saveur et l'arôme :

. La saveur et l'arôme dépend du rapport de teneur en sucre et en acide, de la richesse en tannins (astringents) et de la présence de nombreux composés plus ou moins volatiles (ester, alcool, cétone, aldéhyde.

VII.2.2. La couleur des fruits et les légumes :

La couleur est due au pigment localisé dans les plastides, les vacuoles ou les liquides cytoplasmiques des cellules, parfois uniquement des cellules épidermiques (certain variété de raisin).

Les pigments principaux appartiennent à 3 grandes classes :

Chlorophylle: Verte liposoluble ;
Caroténoïde : Jaune et orange, liposoluble (ex. β carotène).
Anthocyanine : Rouge ou bleu, hydrosoluble, la teneur des fruits en pigments est complètement modifiée pendent la maturation.

VII.2.3.Texture :

La rigidité est due en parti en micro-fibrilles cristallines de cellulose, ainsi qu'aux micro-fibrilles d'hémicellulose diverses, de xylènes de lignine, la turgescence qui confère au fruits et légumes leurs fermenté et leurs succulence dépend de l'eau retenue dans les cellules par osmose qui peut atteindre 96% de poids de tissus, la texture est influencée par les maturations, l'entreposage, la cuisant et la congélation ainsi que par les gels d'amidon et par les gels de pectine.

VII.3. CELLULOSE ET PECTINE :

VII.3.1. Cellulose :

La cellulose est la principale polysaccharide de structure des végétaux, présente à l'état de fibre en association avec des hémicelluloses et des pectines, c'est un polymère linéaire constitué de résidu de glucose relié par des laissons (1-4), liaison particulièrement résistante et que d'hydrolyse acide rond difficilement la régularité de disposition des groupements hydroxyle fait que les chaines voisines interagissent par l'intermédiaire de nombreuses laissons hydrogène criant ainsi un édifice a taux élevée de cristallinité, la chaleur humide réduit quelque peu cette cristallinité par gonflement et pénétration d'eau entre les chaines.

Il est cependant possible de modifier chimiquement la cellulose en substituant, une certaine proportion de 3 groupes hydroxyle par méthylation qui a un effet sur la solubilité de la cellulose.

La cellulose est en grande partie responsable de la texture des aliments végétaux, la dureté de ces derniers semble lient à la cristallinité de la cellulose.

Le blanchiment attenue ces 2 caractéristiques tandis que l'entreposage à l'état congelé ou déshydraté tend à les accentuer.

La cellulose n'est pas digestive pour l'homme mais participe à la formation d'un ballast intestinale hydraté qui facilite l'évacuation des autres matières indigestibles.

Il est difficile de réaliser in vitro l'hydrolyse de la cellulose par des cellulases, divers celluloses substituées peuvent êtres synthétisées, notamment la carboxyméthylcellulose $ROCH_2$-COOH qui est :

- Un bon agent de rétention d'eau (en pâtisserie) ;
- Utilisé pour empêcher la cristallisation de sucre en confiserie ;
- Pour la stabilisation des crèmes glacés ;

- Pour faciliter la réhydratation des poudres de jus de fruit.

VII.3.2. Pectine :

Les substances pectiques sont des polymères linéaires de l'acide galactoronique dont une partie plus ou moins grande, des groupements carboxyles sont estérifiés par des radicaux méthyles, on les rend contre principalement dans les parois cellulaires et des espaces intercellulaires des tissus végétaux, on distingue toutefois :

- Pectine : uniquement les chaines polygalactoroniques méthylés à 100% ;
- Acide pectinique : celles qui présentent des taux de méthylation inférieur à 100% ;
- Acide pectique : désigne celles les acides poly galacturonique exempte de méthoxyle.

Dans les végétaux les pectines sont souvent liés à la cellulose, notamment dans les parois cellulaires sous la forme d'un complexe insoluble dans l'eau appelés petit proto-pectine, il suffit toute fois d'un bref chauffage au milieu acide telle qu'il existe naturellement dans des nombreux fruits pour libérer la pectine qui est soluble dans l'eau.

a. La gélification :

La propriété des pectines la plus important de point de vue la technologie alimentaire est leur aptitude à former des gels, les caractères du gel dépendent essentiellement de 2 facteurs :

- La gonflement de la molécule pectique et son degré de méthylation ;

- La longueur de la molécule déterminée pour une même teneur en pectine de gel finale.

- La rigidité ou fermenter de celui-ci en dessus de certains longueur moléculaire une pectine ne donne pas de gel.

Valeur minimale $\xrightarrow{\text{Long}}$ gel

Gel 1
Gel 2
Gel 3
Gel 4 } La rigidité est en fonction de la longueur

Quant degré de méthylation d'une part, il contribuer à régler la vitesse de gélification, d'autre part et surtout par sous influence sur les liaisons entre les molécules pectiques, il est responsable de certaines propriétés organoleptiques des gels pectine-sucre-acide que forment les pectines à haut teneur en methoxyl.

b. Dégradation de gel :

Les pectines et les acides pectiniques libérés de leur liaison avec la cellulose peuvent en suite se dégrader selon 2 processus différents sont :

Dépolymérisation : le chauffage en milieu acide ou bien l'action d'hydrolase (pectinase, pectine hydrolase, polygalacteronase, polyméthyl galacteronase) a pour effet de couper la chaine en tranquants plus courts.

Déméthylation : L'action des alcalis même à froid ou de pectine-méthyl-esterase (pectase, pectine, methoxylases) a pour effet de déméthyler la pectine qui se transformer en acide pectique insoluble dans l'eau, le chauffage en milieu acide peut aussi effectuer la déméthylation, mais en fragmentant en même temps la chaine plygalacteronique.

VII.4. MODIFICATION CHIMIQUE AU COURS DE LA MATURATION :

VII.4.1. Généralité sur les métabolismes après récolte :

Lorsque un fruit ou légume est séparés de la plante il ne reçoit plus ni eau ni nutriments et la photosynthèse cesse, cependant la respiration des tissus se poursuit ainsi que divers autres réactions enzymatiques.

Les principales réactions qui intervient sont celles qui accompagnent des hydrates de carbone C-(H_2O), la respiration des tissus végétaux provoque par conséquent une perte de matière sèche et souvent aussi une diminution de la saveur sucré, elle (respiration) consomme d'oxygène faute de quoi l'anaérobiose s'installe, elle dégage CO_2, produit de l'eau et entretient la transpiration de tissus, elle dégage aussi la chaleur, la respiration de tissus végétale après la récolte constitue ainsi le facteur limitant de la conservation les fruits et légumes à l'état frai.

VII.4.2. Maturation et phénomène climactérique :

Schématiquement on peut considérer la vie d'un fruit comme constituer de 4 phases :



La maturation est définit comme étant la période de différenciation tissulaire accompagné d'une synthèse d'enzymes spécifiques responsables de modification biochimique et structurale rendant le fruit agréable à consommer.

Certains fruits notamment l'abricot, le pêche, la pomme, la poire, la tomate, certains mélo, l'avocat, la banane présentent un accroissement temporaire de l'activité respiratoire (plus intense) appelé *pic climactérique* qui coïncide en générale avec les principales modifications, le pic climactérique survient soit sur la plante soit lors de la maturation après récolte, d'autres notamment le raisin, la cerise, la fraise, la figue, l'agrume, l'ananas ainsi que la plupart des légumes ne présentent pas de pic climactérique, leurs respiration progresse plus longtemps et les laisse en générale nourrir sur la plante.

Remarque :

Si le fruit a un pic climactérique dans ce cas on peut fait la récolte avant sa maturation

L'initiation et le déroulement de la maturation sont sous la dépendance de l'éthylène (c'est une hormone végétale produite au cours de la maturation (hormone de maturation), pour les fruits climactériques.

Par contre la maturation est indépendante pour les fruits non climactériques.

Lorsque les fruits sont placés dans une atmosphère contenant 1 ml d'éthylène par m^3, le déclenchement du pic climactérique, c'est l'activité respiratoire qui est stimulée.

VII.4.3. Modification chimique :

La phase de maturation serait une période de différenciation de tissus accompagnée d'un ensemble de réactions qui modifient de façon notable des caractères organoleptique des fruits :

❶ Augmentation de la teneur en oses et de la saveur sucrée, ces oses proviennent de l'hydrolyse soit de l'amidon (banane, poire, pomme) soit de hémicellulose des parois (agrume, pomme, poire).

❷Baisse de l'acidité : le rapport sucre sur acide (sucre/acide) s'élève qui résulte de la dégradation de l'acide organique.

❸Ramollissement des fruits qui résulte de la modification des substances pectiques, la protopectine insoluble est transformée en pectine soluble et celle-ci est partiellement déméthoxylée et dépolymérisée.

❹Les pigments subissent eux aussi des modifications considérables, le passage du vert au jaune (agrume, abricot, pêche, certain variété de pomme..) ou au rouge (tomate) correspond en générale au démasquage de pigments caroténoïde du fait de la destruction de la chlorophylle, parallèlement il ya toutes fois souvent une synthèse de caroténoïde ou de pigment anthocyanine.

❺La maturation donne naissance à un grand nombre de composés organiques volatiles en partie responsables de l'arome de fruit.

VII.5. BRUNISSEMENT ENZYMATIQUE (BE) :

VII.5.1. Définition et substrat :

On appel (BE) la transformation enzymatique dans ces premières étapes de composés phénoliques en polymère coloré, le plus souvent brun ou noire.

Le BE enzymatique s'observe chez les végétaux qui sont riches en composés phénoliques, il n'intervient pas dans les aliments d'origine animale.

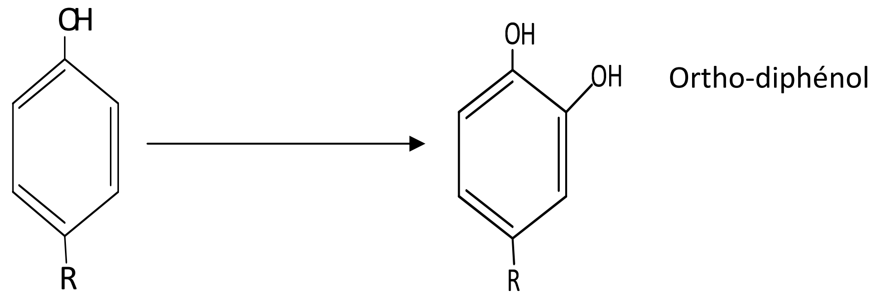
Le BE cause d'important problèmes de couleur avec certains fruits et légumes (pomme, poire, banane, pomme de terre, champignon) en particulier lorsque le tissus de ces végétaux sont malades ou endommagés.

Cependant un certain degré de brunissement est en effet recherché lors de la maturation (ex. les dattes).

VII.5.2. Réactions de BE :

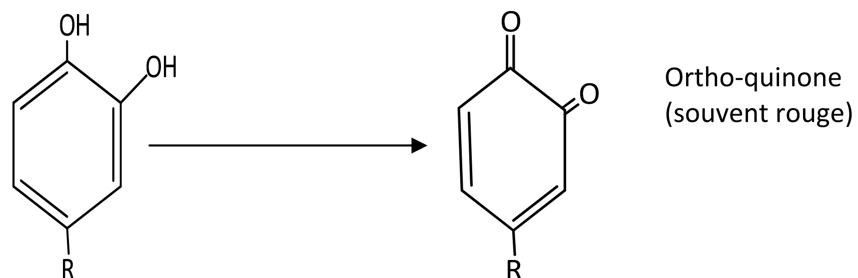
Les étapes de BE sont :

1- Hydroxylation enzymatique : monophénols (le plus souvent incolore).



⟶ Ortho-diphénol (le plus souvent incolore).

2- Oxydation enzymatique :



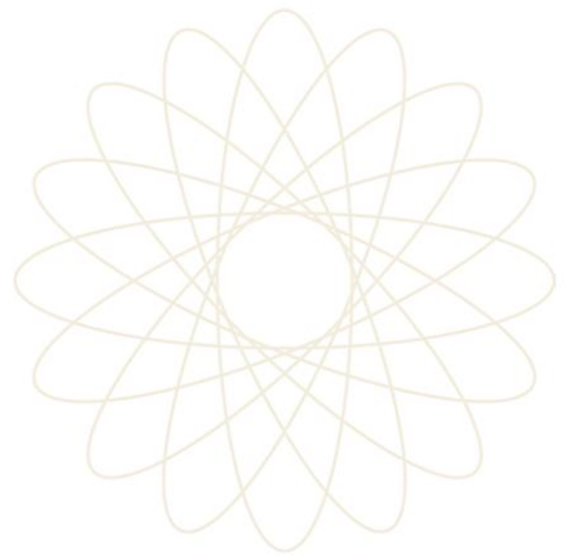
Réaction non enzymatique ⟶ Polymère coloré

Les pigments qui se forment par BE sont désignes par le terme générale de mélanines, leurs formation procède sans intervention d'enzyme à partir de quinone aux quelles à aboutit la phase enzymatique des réactions, les enzymes impliquent dans ces caractères sont :

Monophénolase (crésolase) ;
Polyphénoloxydase (ou polyphénolase ou catecholase).

VII.5.3. Prévention :

❶Sélection de variété pauvre en substrat phénolique.
❷Eviter les contusions qui endommagent les tissus.
❸Inactivation des enzymes par la chaleur.
❹Addition des composés réducteurs (acide ascorbique).
❺Immersion des fruits dans l'eau légèrement salé ou sucré.
❻Abaissement du pH.
❼Enlèvement des O_2 (désoxygénation).
❽Emploi de l'anhydride, sulfure et du bisulfite.



CHAPITRE VIII

Additifs alimentaires



Edition biohay2006

VIII.1. DÉFINITION :

Le terme *''additif''* désigne toutes substances qui n'est pas un constituant naturel des aliments et dont l'addition intentionnelle a un but qui peut être de type :

Technologique *:* ex Yaourt additionné de bactéries fermentaire ;
Organoleptique : arome ou couleur ;
Nutritionnel : acides aminés ou vitamines

Les additifs alimentaires ne comportent en principe aucun risque de toxicité aux doses et dans les conditions d'emploi prévus par la réglementation, toutes additifs alimentaires doit par conséquent avoir été l'objet d'une évaluation toxicologique qui permet de définir une dose quotidienne admissible qui permet à son tour en suite pour calculer la teneur maximale admissible dans chaque denrée ou groupe de denrées.

Les considérations d'ordre toxicologiques quoi que prioritaires ne sont pas seuls à cause des variations des additifs alimentaires, il faut aussi que l'emploi de ce dernier soit justifié du point de vue technologique et ne serve pas à masquer une infériorité de la denrée, il ne faut pas non plus qu'il puisse induire en erreur de consommateur.

La classification adopté repose sur le regroupement par catégorie fonctionnelle des additifs ou on compte 24 catégories dont on cite à titre d'exemple : les colorants, conservateurs, antioxydants et édulcorant, émulsifiants, stabilisants, épaississants, gélifiants, acidifiants.

Il faudrait indiquer pour chaque additif les produits pour lesquelles il est autorisé, les doses permises, le mode d'emploi, le mode d'action et les renseignements d'ordre toxicologique.

En ce qui concerne la numérotation, chaque additif est précédé de la lettre ***E*** suivi de 3 ou 4 chiffres

Ex : E150 caramel (couleur brune) → colorant
E300 – E302 : acides ascorbique et ces sels → conservateurs.
E 320. B.H.A → antioxydant.

VIII.2. LES ADDITIFS TECHNOLOGIQUES :

VIII.2.1. Qualité de conservation :

On cherche de maintenir le plus longtemps possible la qualité initiale de la denrée, il s'agit en effet :

a- Substance minérale : Nitrate de sodium E251, nitrite de sodium E250, anhydride sulfureux et ses sels E220, E226.

b- Substances organiques : Acides propionique et ces sels E280, acide ascorbique E200, E203 et ses sels, acide lactique E270.

VIII.2.2. Effet antioxydant :

Pour éviter l'oxydation des lipides il s'agit de :

a- Produits naturels : Tocophérol E306-E307-E308, acide ascorbique et ses sels E300, E302

b- Produits de synthèse : Presque tous les dérivés phénoliques BHA (E320), BHT (E321), galates de propyle E311, E312.

VIII.3. LES ADDITIFS SENSORIELS :

VIII.3.1. Arôme :

Substances aromatisant est une substance ou préparation ajoutée à un aliment pour lui confère un nouvel arome ou modifier celui qui exister, on peut classer les arômes de la manière suivante :

Arome sucré : Vanille, café.
Arome salé : Fruit, épice.
Arome divers : Alcool, produit amer.

Selon leurs origines on distingue :

- Les extraits naturels ;
- Les produits de réaction : thermique, enzymatique ou microbiologique (fermentation) ;
- Les produits de synthèse : Acétate d'isomyl (goût framboise), benzaldehyde (goût pêche), acétate d'éthyle (goût banane, pomme).

VIII.3.2. Edulcorants : Ont un pouvoir sucrant élève, selon leur origine on distingue :

a- Naturel : Osidique, protéique ;
b- Synthétique : Saccharine, cyclamate de sodium, aspartame, acésulfame.

VIII.3.3. Colorants : on les utilise pour :

- Soit pour normaliser la couleur d'un aliment ou d'une boisson ;
- Soit pour leur aspect attractif.

On peut citer :

a- Colorants naturels :

Lactoflavine : couleur jaune E101.
Chlorophylle : Couleur verte E140.
Caramel : Couleur brune E150.

b- Colorants synthétiques :

Tartrazine : couleur jaune E102.
Amarante : couleur rouge E123.
Indigotine : couleur bleu E132.

VIII.3.4. Les agents de texture :

a- Agents gélifiants et épaississants :

Agents gélifiants : Pectine E440, Carraghénane E407 (polysaccharide), Alginate E400, E405.
Agents épaississants : Amidon, Gélatine.

b- Agents émulsifiants :

monoglycéride E471, monoglycéride estérifié par un acide organique (lactique, citrique, acétique) E472, sucroester et sucroglycéride E473, E474, les lécithines E322.

VIII.4. LES ADDITIFS A FINALITE NUTRITIONNEL :

On enrichie les aliments avec 3 types de substances :

1- Vitamines ;
2- Minéraux ;
3- Acides aminés naturels.

FICHE DE LECTURE

LES ADDITIFS ALIMENTAIRES

N'AYEZ PLUS PEUR DES ADDITIFS !



Vous vous méfiez des additifs alimentaires et n'achetez que des produits frais ou sans colorants ni conservateurs… Cette peur est-elle justifiée ? Ces substances présentent-elles des risques ? Qui les contrôle ?

Les additifs suscitent la méfiance chez de nombreuses personnes. Cette peur a souvent fait préférer les surgelés aux boites de conserves et autres plats préparés. C'est elle qui est à l'origine du succès des produits "sans colorants ni conservateurs". Mais existe-t-il un réel danger ?



Les additifs suscitent la méfiance chez de nombreuses personnes. Cette peur a souvent fait préférer les surgelés aux boites de conserves et autres plats préparés. C'est elle qui est à l'origine du succès des produits "sans colorants ni conservateurs". Mais existe-t-il un réel danger ?

PEUR IRRAISONNEE…



La méfiance vis-à-vis des additifs ne date pas d'aujourd'hui. La désignation des additifs par des noms barbares ou des E 666 n'y est certainement pas étrangère. Cette inquiétude est d'autant plus justifiée par les scandales de la vache folle et autres surprises. Il est normal de se demander si ces produits ne font pas courir d'éventuels risques.

Pourtant, une partie de ces additifs a pour but de protéger notre santé ! Les conservateurs empêchent ainsi les contaminations bactériennes : ils permettent d'éviter les toxi-infections alimentaires (salmonelles, listeria…). Ils vont également éviter la dégradation des vitamines.

LE RISQUE FAIBLE : LES INTOLÉRANCES ET LES ALLERGIES ALIMENTAIRES

Le seul véritable risque est celui d'allergies ou d'intolérances. On a constaté par exemple des cas d'allergie à la gomme arabique. Des intolérances à certains colorants ou conservateurs peuvent également exister. Mais rassurez-vous, moins de 1 % des personnes seraient allergiques ou auraient une intolérance à ces substances. En revanche, les asthmatiques seraient plus sensibles à certains conservateurs (les sulfites). En outre, si vous êtes allergique à certains additifs alimentaires, vérifiez la composition de certains médicaments qui peuvent contenir les mêmes substances.



Plus connu, le cas du glutamate. Cet exhausteur de goût serait en effet à l'origine du syndrome du restaurant chinois, caractérisé par une sensation de brûlure et des maux de tête, 20 minutes après l'ingestion de plats venus d'Asie. Ce syndrome toucherait environ 2 % de la population. Mais la responsabilité du glutamate n'a jamais été établie de façon claire.

Les additifs alimentaires sont ainsi à priori sans danger, Mais n'hésitez pas non plus à préparer vous-même vos plats à base de produits frais !